

VERHANDLUNGEN

DES

NATURWISSENSCHAFTLICHEN VEREINS

IN

KARLSRUHE.

18. Band. 1904—1905.

—> MIT 1 TAFEL. <—

KARLSRUHE.

DRUCK DER G. BRAUN'SCHEN HOFBUCHDRUCKEREI.

1905.

INHALT.

Sitzungsberichte.

Abhandlungen.

Jahresbericht.

Im Vereinsjahr 1904/1905 haben 16 Sitzungen stattgefunden, an denen 19 Vorträge gehalten worden sind; von diesen haben je drei ein Thema aus dem Gebiet der Chemie, Geophysik und Meteorologie, je zwei Reiseschilderungen, sowie Themata aus dem Gebiet der Physik und der allgemeinen Naturwissenschaft behandelt. Ferner ist je ein Vortrag aus dem Gebiet der Botanik, Elektrotechnik, Geologie und Zoologie gehalten worden.

Zu zwei Vorträgen, welche von der Abteilung Karlsruhe der Deutschen Kolonialgesellschaft und vom Altertumsverein veranstaltet worden sind, waren die Vereinsmitglieder eingeladen.

Ehrung. An der Bahre des am 10. April 1905 verstorbenen Ehrenmitgliedes des Russischen Wirklichen Geheimerates O. von Struve, Exzellenz, des früheren langjährigen Leiters der Sternwarte in Pulkowa hat der Vorsitzende unter ehrenden Worten der Anerkennung der hohen wissenschaftlichen Verdienste des Dahingeschiedenen eine Kranzspende niedergelegt.

Der vorliegende Band der Verhandlungen enthält eine größere Arbeit des Herrn Geh. Hofrat Dr. Lehmann über den magnetischen Wind und die Magnetokathodenstrahlen; daß diese aufgenommen werden konnte, verdankt der Verein einem Zuschuß, den das Großh. Ministerium des Justiz, des Kultus und Unterrichts auf Antrag des Vorstandes bewilligt hat; dafür sei an dieser Stelle nochmals ehrerbietiger Dank zum Ausdruck gebracht.

Tätigkeit der Erdbebenkommission. In der zweiten Hälfte des Jahres 1904 ist der Bau der Durlacher Station in Angriff genommen und vollendet worden. Die Instrumente und Uhren für die beiden zu errichtenden Stationen sind im September ab-

geliefert worden; sie sind vorläufig im Keller des Aulabaues der Technischen Hochschule aufgestellt und seitdem einer eingehenden Prüfung und Durchprobung unterzogen worden; dabei sind mehrmals Erscheinungen von Erdbeben und Bodenbewegungen aufgezeichnet worden. Die endgiltige Aufstellung der Apparate wird im Laufe des Frühjahres 1905 erfolgen können.

Für die Station in Freiburg hat der dortige Stadtrat in dankenswerter Weise eine geeignete Abteilung des Schloßbergkellers zunächst für 5 Jahre zur Verfügung gestellt, wie auch die Stadtverwaltung die Aufsicht über die bauliche Einrichtung übernommen hat; mit dieser ist am 19. Mai 1905 begonnen worden. Die Stadt Freiburg hat auch die Leitung des Kabels für die elektrische Beleuchtung bis zur Station auf ihre Kosten zugesagt. Zu den Kosten der baulichen Herstellung der Freiburger Station hat das Großh. Ministerium der Justiz, des Kultus und Unterrichts einen Beitrag von 800 M. bewilligt, wofür auch an dieser Stelle der Dank des Vereins zum Ausdruck gebracht wird. Für den künftigen Betrieb und die Unterhaltung der beiden Erdbebenstationen hat das genannte Ministerium die Einsetzung der nötigen Mittel in den nächsten Staatshaushaltsvoranschlag in Aussicht gestellt.

Rechnungsführung.

Bestand der Kasse im Berichtsjahr 1904—1905.

Einnahmen.

Kassenrest vom Vorjahre		M. 795,23	
Mitgliederbeiträge		„ 1380,00	
Zinsen, Kontokorrent-Zinsen	M. 1110,62		
ab bezahlte Stückzinsen .	„ 60,63		
		„ 1049,99	
Für verkaufte Verhandlungen		„ 9,50	
„ „ Wertpapiere		„ 7180,55	
Für verloste Wertpapiere		„ 3010,15	
Beitrag des Gr. Ministeriums der Justiz des Kultus und Unterrichts zu den Druckkosten des 18. Bandes der Verhandlungen		„ 300,00	
			M. 13 725,42

Übertrag der Einnahmen . . M. 13 725,42

Übertrag der Einnahmen . .		M. 13 725,42

Ausgaben.

Bureaukosten, Druckkosten, Porto etc.	M. 591,57	
Druck des 17. Bandes der Verhandl. .	„ 820,27	
Für Zwecke der Erdbebenforschung .	„ 7557,52	
Ankauf von Wertpapieren	„ 3013,50	
		M. 11 982,86
Kassenrest am 18. Mai 1905		M. 1 742,56

Vermögensstand.

Wertpapiere	M. 27 400.00	
Kassenrest	„ 1 742,56	
		M. 29 142,56
Vermögensstand am 13. Mai 1904 .		M. 35 238,09
somit Verminderung (infolge Verausgabung von M. 7557,52 für Zwecke der Erdbebenforschung aus dem Bohmschen Legat) . .		M. 6 095,53

Drucksachen-Tauschverkehr.

Im abgelaufenen Vereinsjahr ist in den Drucksachen-Tauschverkehr neu eingetreten:

der Klub für Naturkunde in Brünn.

Eingegangen sind die nachstehend verzeichneten Druckschriften, für welche auch auf diesem Wege nochmals verbindlichster Dank ausgesprochen wird.

A. Von Behörden, Instituten und Vereinen.

Augsburg. Naturhistorischer Verein. 36. Bericht. A. 1904.

Basel. Naturforschende Gesellschaft. Verhandlungen. Band 15, Heft 3; Band 17. Basel 1904.

Bergen. Museum. Arsberetning for 1904. B. 1904. — Aarbog 1904, 1905; B. 1905. Crustacea of Norway. Vol. V, Part. III—VI. B. 1904.

Berlin. Botanischer Verein f. d. Provinz Brandenburg. Verhandlungen. 46. Jahrg. 1904. Berlin 1905.

Berlin Königl. preuß. Ministerium der geistl. Angelegenheiten etc. H. Conventz: Die Gefährdung der Naturdenkmäler und Vorschläge zu ihrer Erhaltung. Berlin 1904.

— Deutsche Geologische Gesellschaft. Zeitschrift. 54. Band, 3. u. 4. Heft; 55. Band, 1.—4. Heft; 56. Band, 1.—3. Heft. — Register der Zeitschrift für die Bände 1—50 (1848—98). Berlin 1903.

Bern. Naturforschende Gesellschaft. Mitteilungen aus dem Jahre 1902. No. 1519—1550. Bern 1903.

Bonn. Naturhistorischer Verein. Verhandlungen. 61. Jahrg. 1904, 1. Hälfte. Bonn 1904.

— Niederrheinische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Sitzungsberichte 1904. 1. Hälfte. Bonn 1904.

Boston. American Academy of Arts and Sciences. Proceedings. Vol. 38, No. 5—26; Vol. 39, No. 1—25; Vol. 40, No. 1—4, 6—14.

Bremen. Naturwissenschaftlicher Verein. Verhandlungen. 18. Bd., 1. Heft. Bremen 1905.

Breslau. Schles. Gesellschaft f. vaterländische Kultur. 81. Jahresbericht. Breslau 1904. — I. Die Jahrhundertfeier; II. Die Geschichte der Gesellschaft. Breslau 1904. — Th. Schube: Die Verteilung der Gefäßpflanzen in Schlesien preuß. und österr. Anteils. Breslau 1903.

Brünn. Naturforschender Verein. Verhandlungen. 42. Band. 1903. Brünn 1904. — 22. Bericht der meteorol. Kommission. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1902. Brünn 1904. — Schindler: Beitrag zur Kenntnis der Niederschlagsverhältnisse Mährens und Schlesiens. Brünn 1901.

— Klub für Naturkunde. 6. Bericht und Abhandlungen f. d. Jahr 1903/04. Brünn 1905.

Bruxelles. Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux Arts. Bulletins. 1904 No. 3—12; 1905 No. 1, 2. — Annuaire 1905. 71. année. Bruxelles 1905.

— Société Éntomologique de Belgique. Annales. Tome 47, Br. 1903; 48, Br. 1904. — Mémoires. IX, Br. 1902; X, XI, Br. 1903.

Budapest. Königl. Ung. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. 17. Band, 1899, Leipzig 1901; 18. Band, 1900, L. 1903.

— Aquila. Jahrg. 7, 1900; 8, 1901; 9, 1902; 10, 1903. — Die Mineralien der Länder der ungarischen Krone. Budapest 1903.

Chapel Hill. Elisha Mitchell Scientific Society. Journal. Vol. 20, No. 2, 3; Vol. 21, No. 1.

Chemnitz. Naturwissenschaftl. Verein. 15. Bericht, umfassend die Zeit vom 22. Okt. 1899 bis 30. Sept. 1903. Chemnitz 1904.

Cherbourg. Société Nationale des Sciences Naturelles et Mathématiques. Mémoires. Tome 33. 2er fasc. Cherbourg 1903.

Christiania. Norske Gradmaalings Kommission. Resultater af Vanstands — Observationer paa den Norske Kyst. Hefte VI. Kristiania 1904.

Chur. Naturforschende Gesellschaft Graubündens. Jahresbericht. 46. Band. Vereinsjahre 1902/03 u. 1903/04. Chur 1904.

Colmar. Naturhistorische Gesellschaft. Mitteilungen. N. F. 7. Band. Jahre 1903 u. 1904. Colmar 1904.

Dar-es-Salâm. Kais. Gouvernement. Berichte über Forst- und Landwirtschaft in Deutsch-Ostafrika. 2. Band, 3. u. 4. Heft. Heidelberg 1904 u. 1905.

Davenport (Jowa). Academy of Natural Sciences. Proceedings. Vol. 9. 1901—1903.

Dresden. Naturw. Gesellschaft Isis. Sitzungsberichte und Abhandlungen. 1903, Juli—Dez.; 1904, Jan.—Dez.

— Genossenschaft Flora. Gesellschaft für Botanik und Gartenbau. Sitzungsberichte u. Abhandlungen. 7. Jahrg. 1902—1903. Dresden 1904.

Dürkheim. Naturwissenschaftl. Verein Pollichia. Mitteilungen No. 18, 60. Jahrg. 1903; No. 19, 60. Jahrg. 1903. Ludwigshafen 1904. — Dr. H. Schäfer: Über die Stirnwaffen der zweihufigen Wiederkäuer oder Artiodactylen. S.-A.

Erlangen. Physiologisch-medizinische Sozietät. Sitzungsberichte. 35. Heft. Erlangen 1904.

Frankfurt a. M. Physikalischer Verein. Jahresbericht f. d. Rechnungsjahr 1902—1903. Frankfurt a. M. 1904. — Zurhellen: Darlegung und Kritik der zur Reduktion photographischer Himmelsaufnahmen aufgestellten Formeln und Methoden. Frankfurt a. M. 1904.

— Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft. Bericht 1904. Frankfurt a. M.

Frankfurt a. O. Naturwissenschaftlicher Verein Helios. 21. Bd. Berlin 1904.

Freiburg i. B. Naturforschende Gesellschaft. Berichte. 14. Bd. Freiburg i. B. 1904.

Graz. Naturwissenschaftlicher Verein. Mitteilungen. Jahrg. 1903. Graz 1904.

Halle. Verein für Erdkunde. Mitteilungen. 1904. Halle 1904.

— Kais. Leop.-Karol. Deutsche Akademie der Naturforscher. Leopoldina. Heft 40, No. 4—8, 10—12; Heft 41, No. 1—4.

Hamburg. Ornitholog.-zologischer Verein. 2. Bericht 1902—03.

— Naturwissenschaftl. Verein. Verhandlungen 1904. 3. Folge. 12. Heft. 1905.

Hamilton (Can.) Association. Journal and Proceedings. Session 1903—1904. No. 10. Hamilton 1904.

Heidelberg. Naturhistorisch-medizinischer Verein. Verhandlungen. 7. Band, 5. Heft; 8. Band, 1. Heft. Heidelberg 1904.

— Großh. Sternwarte, Astronomisches Institut. Veröffentlichungen. 3. Band. Karlsruhe 1904. — Mitteilungen II. Karlsr. 1903; III, IV. Karlsr. 1904. — Caspar: Bestimmung der Polhöhe der Sternwarte zu Heidelberg und ihre Variation. Karlsr. 1904.

Helsingfors. Societas pro Fauna et Flora Fennica. Meddelanden. 28. Häftet 1901—1902. Helsingfors 1902; 30. Häftet 1903—1904. Helsingfors 1904. — Acta 21, 22, 23 Helsingfors 1901—1902; 26. Helsingfors 1904.

Karlsruhe. Zentralbureau f. Meteorol. u. Hydrographie. Jahresbericht 1903. Karlsruhe 1904.

— Gartenbauverein f. d. Großh. Baden. Der Gartenfreund. Jahrg. 1904.

Kiel. Naturwissensch. Verein. Schriften. Register zu Bd. 1—12. Kiel 1904.

Königsberg. Schriften der Königl. Physikalisch-Ökonomischen Gesellschaft. 44. Jahrg. 1903. Königsberg 1903.

Landshut. Botanischer Verein. 17. Bericht über die Vereinsjahre 1900—1903. Landshut 1904.

Lausanne. Société Vaudoise des Sciences Naturelles. Bulletin des séances. No. 149—151.

Lawrence. University of Kansas. Science Bulletin. Vol. II, No. 10—15.

Leipa. Nordböhmischer Exkursionsklub. Mitteilungen. 27. Jahrg., 2.—4. Heft; 28. Jahrg., 1. Heft. — Hauptregister für die Mitteilungen. Jahrg. 1—25. 1. Teil: Sachregister. Leipa 1904. — K. v. Zimmermann: Über die Bildung von Ortstein im Gebiet des nordböhmischen Quadersandsteines und Vorschläge zur Verbesserung der Waldkultur auf Sandböden. Leipa 1904.

Leipzig. Naturforschende Gesellschaft. Sitzungsberichte. 28. u. 29. Jahrg. 1901 - 1902. Leipzig 1903.

Lüneburg. Naturwissenschaftlicher Verein. 16. Jahresheft 1902 bis 1904. Lüneburg 1904.

Madison. Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters. Transactions Vol. 13, Part. II 1901. Madison 1902; Vol. 14. Part. I 1902. Madison 1903.

Magdeburg. Naturwissenschaftlicher Verein. Jahresbericht u. Abhandlungen 1902—1904. Magdeburg 1904.

Marburg. Gesellschaft zur Förderung der gesamten Naturwissenschaften. Sitzungsberichte. Jahrg. 1902. Marburg 1903; Jahrg. 1903. Marburg 1904.

Marseille. Faculté des Sciences. Annales. Tome XIV. Paris 1904.

Mexico. Instituto Geológico. Parergones, Tomo I, No. 1—7.

Mexico. Observatorio Meteorológico-Magnetico Central. Bollettino Mensual. Juni—Aug. 1902.

— Observatorio Astronómico Nacional de Tacubaya. Anuario 1905. Año 25. Mexico 1904.

Milwaukee. Public Museum. 22th. Annual report Sept. 1, 1903 to Aug. 31, 1904. Milwaukee 1904.

Montevideo. Museo Nacional. Anales Ser. II. Ent. 1. Montevideo 1904. — Flora Uruguaya. Tomo II. (cont.) Montevideo 1905.

— Seccion Historico-Filosofica. Tomo I. Geografia, Fisica y Esferica de la Provincia del Paraguay y Misiones Guaranies. Montevideo 1904.

München. Königl. Akademie der Wissenschaften. Sitzungsberichte der math.-phys. Klasse. 1904. Heft 1—3.

— Ornithologische Gesellschaft. Verhandlungen 1903. Band IV. München 1904.

— Bayer. Botanische Gesellschaft zur Erforschung der heimischen Flora. Mitteilungen No. 1—26; 33—35. — Berichte. Band I—VIII, X.

Nancy. Société des Sciences. Bulletin. Tome IV., Fasc. IV; Tome V, Fasc. I, II. Paris-Nancy 1904.

Neuchatel. Société des sciences naturelles. Bulletin. Tome 28, Année 1899—1900. Neuchatel 1900.

New York. American Museum of Natural History. Annual Report for the year 1903. — Bull. 18 Part II; The Mrs. Morris K. Jesup Expedition. The Arapacho III. — Bull. Vol. 18. Part. III: Decorative art of the Sioux Indians. — Bull. Vol. 20. 1904. — Memoires Vol. III: Decorative art of the Huichol Indians.

Ottawa. Geological Survey of Canada. Annual Report. Vol. 13, 1900. Ottawa 1903. — Catalogue of canadian birds. Part. III. Ottawa 1904. — White, Dictionary of altitudes in the Dominion of Canada with a relief map of Canada. Ottawa 1903. — Report on the Great Landslite at Frank, Alta. 1903. Ottawa 1904.

— Department of the Interior. Appendix to the Report of the Superintendant of Mines 1902 (Part. VI. Annual Report 1902). Ottawa 1903.

Para. Museu Göldi. Boletim. Vol. IV, No. 1, 2, 3. Para 1904.

Philadelphia. Academy of Natural Sciences. Proceedings. Vol. 55. Part. III, 1903. Philadelphia 1904; Vol. 56, Part. I, II. Philadelphia 1904.

Pisa. Società Toscana di Scienze Naturali. Atti; Vol. 20. — Processi verbali Vol. 14, No. 3—5.

Prag. Deutscher Naturwissenschaftlicher Verein Lotos. Sitzungsberichte. Jahrg. 1902. N. F. 23. Band. Prag 1903.

— K. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. Sitzungsberichte der math.-naturw. Klasse. 1905. Prag 1904. — Jahresbericht f. d. Jahre 1904. Prag 1905.

Reichenberg. Verein der Naturfreunde. Mitteilungen. 35. Jahrg. Reichenberg 1904.

Rennes. Université. Travaux scientifiques. Tome III, 1904. Rennes 1904.

Roma. R. Accademia dei Lincei. Atti. Vol. 13. Fasc. 8—12. 1° sem; Fasc. 1—12. 2° sem; Vol. 14. Fasc. 1—8. 1° sem. — Atti. Rendiconti dell' adunanza solenne del 5. Giugno 1904. Vol. II. Roma 1904.

Roma. R. Comitato Geologico d'Italia. Bolletino. Anno 1904, No. 1—4; Anno 1905, No. 1. — Catalogo della mostra fatta al C. R. delle Miniere all' ésposizione universale di St. Louis nel 1904. Roma 1900.

St. Gallen. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Jahrbuch f. d. Vereinsjahr 1901—1902. St. Gallen 1903; desgl. für 1903 (1902—1903). St. Gallen 1904.

St. Louis. Academy of Science. Transactions. Vol. XIV, No. 9, 10; Vol. XIII, No. 1—10; Vol. XIV, No. 1—6.

Stockholm. Entomologiska Tidskrift. 1904, Heft 1—4. Stockholm 1904.

Stuttgart. Verein für vaterländische Naturkunde. Jahreshefte. 60. Jahrg. Stuttgart 1904. — Verzeichnis der mineralogischen, geologischen, urgeschichtlichen und hydrologischen Literatur von Württemberg, Hohenzollern und den angrenzenden Gebieten. Nachtrag zur Literatur von 1902 und die Literatur von 1903. Stuttgart 1904.

Sydney. Australian Museum. Records. Vol. 5, No. 4, 5. Sydney 1904. — Report of Trustees for 1903—1904.

Tokio. Zoological Society. Annotationes zoologicae japonenses. Vol. I, Part. II, III. Tokio 1904.

Upsala. Universitäts-Bibliothek. Results of the Swedish Zoological Expedition to Egypt and the White Nile 1901. Part. I. Upsala 1904.

Washington. Smithsonian Institution. Annual Report of the Board of Regarts for the year ending June 30. 1902. Report of the National Museum. Washington 1904.

— U. S. Departement of Agriculture. Division of Biological Survey. Yearbook 1903. Washington 1904.

Wien. K. Akademie der Wissenschaften. Anzeiger 1904. No. 10—27; 1905 No. 6—10. — Mitteilungen der Erdbebenkommission. N. F. No. 27. Wien 1905.

— K. K. Geologische Reichsanstalt. Jahrbuch. Jahrg. 1903, 53. Band, 2.—4. Heft; Jahrg. 1904, 54. Band, 1.—4. Heft. Verhandlungen. 1904. No. 9—18; 1905. No. 1, 2.

— K. K. Naturhistorisches Museum. Annalen. Bd. 19. No. 1—3. Wien 1904.

Wiesbaden. Verein für Naturkunde. Jahrbücher. Jahrg. 57. Wiesbaden 1904.

Winterthur. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Mitteilungen. 5. Heft. Jahr 1903 u. 1904. Winterthur 1904.

Zürich. Naturforschende Gesellschaft. Vierteljahrsschrift. 49. Jahrg. 1904. 1. u. 2. Heft. Zürich 1904.

Zwickau. Verein für Naturkunde. 33. Jahresbericht 1903. 42. Vereinsjahr. Zwickau 1905.

B. Vom Verfasser:

G. Wepfer. Welche Kräfte haben die Kettengebirge gefaltet und aufgerichtet und woher stammen diese Kräfte? Zürich 1905. S.-A.

Vorstand.

Der Vorstand hat im Berichtsjahre aus den Herren

1. Geheimerat Prof. Dr. Engler, als Vorsitzenden,
2. Geh. Hofrat Prof. Dr. Lehmann, als Stellvertreter des Vorsitzenden,
3. Geh. Hofrat Prof. Dr. Bunte, als Kassier,
4. Geheimerat Dr. Battlehner,
5. Prof. Dr. Futterer,
6. Geheimerat Oberbaudirektor Honsell,
7. Direktor P. Treutlein

bestanden.

Die Geschäfte des Schriftführers, des Redakteurs der Vereinsverhandlungen und des Bibliothekars hat Prof. Dr. Schultheiss besorgt; dieser ist in der Mitgliederhauptversammlung am 19. Mai 1905 zum Schriftführer gewählt worden.

Bewegung unter den Mitgliedern.

Neu eingetreten sind im Berichtsjahre die Herren Referendär Bartning, prakt. Arzt Dr. Buchmüller, Reichsbankassessor Clement, Privatmann Fr. Deimling, Bezirksarzt Dr. Eberle, Baurat Dr. Fuchs, Bankdirektor Galette, Fabrikant Grund, Privatdozent Dr. Hamel, Zahnarzt Hutt, Bergmeister Naumann, Fabrikant Öhmichen, Prof. Orsinger, Stabsveterinär Scholtz, Spezialarzt Dr. Schwab, Oberstleutnant a. D. Schuster, Hofapotheker Dr. Ströbe, Assistent Weber, Forstpraktikant Wimmer.

Durch den Tod hat der Verein nicht weniger als 7 Mitglieder verloren; es sind dies das Ehrenmitglied des Vereins Ex-

zellenz O. v. Struve, ferner Exzellenz Generalleutnant a. D. Küster, prakt. Arzt Dr. Lembke, Geh. Hofrat Dr. Maier, Fabrikdirektor Platz, Major a. D. Sievert und Hofphotograph Suck. Ausgetreten sind, zumeist infolge von Wegzug die Herren Privatdozent Dr. Brode, Fabrikant Dr. Buhl, Rektor a. D. Dr. Cathiau, Landgerichtsrat Glock, prakt. Arzt Dr. Hartz, prakt. Arzt Dr. Heinsheimer, Assistent Dr. Jahn, Kreisschulrat Ischler, Prof. Dr. Migula, Dr. Eberh. Müller, Assistenzarzt Dr. Nüßlein und Landgerichtsrat Schwörer.

Der Verein hat am Schlusse des Vereinsjahres 236 Mitglieder gezählt.

Mitglieder-Verzeichnis

(nach dem Stand vom 1. Mai 1905).

a. Ehrenmitglieder.

Die Herren:

Meidinger, Professor Dr., Geh. Hofrat in Karlsruhe (1901).
Moritz, Dr. A., Staatsrat in Dorpat (1864).

b. Korrespondierendes Mitglied.

Herr R. Temple, Schriftsteller in Buda-Pest.

*c. Mitglieder.**

Alberti, Dr., Augenarzt (1902).
Albicker, Karl, Apotheker (1902).
Allers, H., Zahntechniker (1899).
Ammon, Dr. Otto, Schriftsteller (1883).
Arnold, Dr. Em., Assistent für Chemie an der Technischen Hochschule (1903).
Arnold, Eng., Hofrat, Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule (1895).
Auerbach, Dr., Kustos für Zoologie am Gr. Naturalienkabinet und Privatdozent an der Technischen Hochschule (1903).
Babo, Freiherr von, Baurat (1902).
Bartning, H., Referendär (1904).
Bartning, O., Rentner (1882).
Battlehner, Dr. F., Geheimerat (1866).
Battlehner, Dr. Th., Oberarzt am städt. Krankenhaus (1898).

* Die beigefügten Zahlen bedeuten das Jahr der Aufnahme.

Bauer, Dr. K. Ludwig, Professor am Realgymnasium (1902).
Becker, Gustav, Oberkriegsgerichtsrat (1902).
Beeg, H., Fabrikdirektor in Durlach (1902).
Behm, O., Mechaniker (1889).
Behrens, Prof. Dr. J., Vorstand der Landw. Versuchsanstalt in Augustenberg bei Grötzingen (1902).
Benckiser, Dr. A., Hofrat, prakt. Arzt (1890).
Benckiser, Dr. W., Oberamtsrichter (1899).
Benoit, G., Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1902).
Berberich, Dr. A., prakt. Arzt (1897).
Böhm, Dr. F., Ministerialrat (1899).
Bongartz, Dr. A., prakt. Arzt (1896).
Brauer, E., Hofrat, Professor der theoretischen Maschinenlehre an der Technischen Hochschule (1893).
Brian, Dr. E., Medizinalrat (1896).
Buch, H., Ministerialrat (1899).
Bürgin, J., Obergeometer an der Technischen Hochschule (1894).
Buchmüller, Dr. prakt. Arzt (1905).
Buri, Theod., Assistent am mineralog. Institut der Technischen Hochschule (1903).
Bunte, Dr. H., Geh. Hofrat, Professor der chemischen Technologie an der Technischen Hochschule (1888).
Cadenbach, Dr., Amtmann (1904).
Carl, Dr., Schlachthaustierarzt (1901).
Clauß, Dr. H. W., prakt. Arzt (1898).
Clement, Reichsbankassessor (1904).
Cramer, H., Professor am Realgymnasium (1903).
Dähn, Dr., Kriegsgerichtsrat (1904).
Deimling, Fr. Privatmann (1904).
Delisle, R., Oberingenieur a. D. in Durlach (1886).
Dieckhoff, Dr. E., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1880).
Dinner, Dr., Professor am Realgymnasium (1904).
Dittrich, Dr. Th., Privatmann (1897).
Doederlein, G., Dr. Ing., Oberingenieur (1899).
Döll, G., Medizinal-Assessor (1875).
Dörr, J., Professor an der Realschule (1895).
Doll, Dr. K., prakt. Arzt (1890).

Dolletschek, Ed., Kaufmann (1877).
Drach, A., Oberbaurat und Professor an der Technischen Hochschule (1881).
Durler, J., Professor am Gymnasium (1899).
Eberle, Dr. G., Bezirksarzt (1904).
Eitel, Dr. K. H., Apotheker und Stadtrat (1897).
Eitner, Dr. P., Laboratoriumsvorstand an der chemisch-technischen Prüfungs- und Versuchsanstalt, Privatdozent (1901).
Engler, Dr. K., Geheimerat, Professor der Chemie an der Techn. Hochschule und Direktor des chemischen Instituts (1876.)
Eppenich, E., Civilingenieur (1902).
Fikentscher, Tiermaler in Grötzingen (1904).
Fink, Handelslehrer (1903).
Fischbach, Dr. E., prakt. Arzt (1895).
Fischer, Otto, Hoflieferant (1901).
Föhlisch, Dr. E., Regierungsrat, Fabrikinspektor (1900).
Frankenstein, Dr. W., Chemiker (1901).
Fuchs, Dr., Baurat (1904).
Futterer, Dr. K., Professor der Mineralogie und Geologie an der Technischen Hochschule (1895).
Galette, Bankdirektor (1904).
Gelpke, Dr. Th., Augenarzt (1892).
Genter, Dr., prakt. Arzt (1902).
Gernet, K., General-Oberarzt a. D. (1875).
Glockner, B., Geheimerat, Direktor der Steuerdirektion (1878).
Goedecker, E., Ingenieur (1899).
Goffin, L., Privatmann (1879).
Gräbener, L., Hofgartendirektor (1880).
Gräfenhan, Dr. P., Professor am Kadettenkorps (1897).
Gräff, Domänenrat (1903).
Grashof, R., Professor am Gymnasium (1895).
Graßmann, R., Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1904).
Gretsch, Forstrat (1903).
Grund, Fabrikant (1904).
Gutmann, Dr. K., prakt. Arzt (1894).
Gutsch, Dr. L., Medizinalrat, Spezialarzt für Chirurgie (1895).
Haaß, R., Prof., Laboratoriumsvorstand an der chemisch-technischen Versuchsanstalt (1875).

Haber, Dr. F., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1896).

Hafner, Fr., Regierungsrat (1886).

Haid, Dr. M., Geh. Hofrat, Professor der Geodäsie an der Technischen Hochschule (1882).

Hamel, Dr., Privatdozent für Mathematik (1904).

Hart, J., Geheimerat, Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1870).

Hassenkamp, K., Rentner (1875).

Hauser, Dr. W., Obermedizinalrat (1898).

Hausrath, Dr. H., Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1897).

Haußner, Dr. Rob., Professor der Mathematik und Oberbibliothekar an der Technischen Hochschule (1902).

Heintze, Dr., Ministerialrat (1901).

Helbig, Dr. M., Assistent für Bodenkunde an der Technischen Hochschule (1903).

Helbing, Dr. P., prakt. Arzt (1896).

Hemberger, H., Hochbauinspektor (1904).

Hemberger, J., Hofbaudirektor a. D. (1880).

Henning, Th., Kommerzienrat (1896).

Heß, Geh. Oberpostrat und Oberpostdirektor a. D. (1901).

Hildebrandt, M., Geh. Oberfinanzrat (1881).

Hoffmann, Dr. H., prakt. Arzt (1881).

Hoffmann, K., Major a. D. (1897).

Holzmann, A., Professor an der Oberrealschule (1893).

Homburger, Dr. Th., prakt. Arzt (1899).

Honsell, M., Geheimerat, Direktor des Wasser- und Straßenbaues, Professor des Wasserbaues an der Techn. Hochschule (1884).

Hutt, Zahnarzt (1904).

Jahraus, W., Buchhändler (1899).

Joos, Gr. Maschineninspektor (1904).

Jourdan, Dr. J., prakt. Arzt (1894).

Just, Dr., Assistent für phys. Chemie an der Technischen Hochschule (1903).

Kaiser, Dr. F., Medizinalrat (1889).

Karle, M., Professor am Gymnasium (1897).

Kast, Dr. H., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1883).

Keller, K., Geh. Hofrat, Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1869).
Klein, Dr. L., Professor der Botanik an der Technischen Hochschule (1895).
Klein, L., Assistent an der chemisch-technischen Prüfungs- und Versuchsanstalt (1897).
Klotz, Dr., Amtmann (1904).
Knauer, Leonh., Reallehrer (1902).
Kneucker, A., Hauptlehrer (1902).
Knittel, Dr. A., Buchdruckereibesitzer (1902).
Knittel, Dr. R., Buchhändler (1895).
Knoche, Dr. E., Assistent für Zoologie an der Technischen Hochschule (1903).
Köhler, Oberförster in Bretten (1903).
Kölmel, Prof. Dr., in Baden (1900).
Kohlhepp, Fr., Bezirkstierarzt (1886).
Kors, A. van der, Bankdirektor (1890).
Kreßmann, A. Th., Major a. D. (1875).
Krieger, Dr. M., prakt. Arzt in Königsbach (1904).
Kronstein, Dr. A., Assistent am chemischen Laboratorium der Technischen Hochschule (1896).
Krumm, Dr. F., Spezialarzt für Chirurgie (1897).
Künkel, K., Reallehrer in Ettlingen (1902).
Kund, Th., Wirkl. Geh. Kriegsrat (1903).
Kux, Dr. H., Chemiker (1899).
Lang, Dr. A., Professor am Realgymnasium (1897)
Lay, Dr., Seminarlehrer (1903).
Le Blanc, Dr. M., Professor der physikalischen Chemie und Elektrochemie an der Technischen Hochschule (1901).
Lehmann, Dr. O., Geh. Hofrat, Professor der Physik an der Technischen Hochschule (1890).
Leutz, F., Geh. Hofrat, Seminardirektor a. D. (1872).
Leutz, H., Professor am Realgymnasium (1896).
Levinger, Dr. F., prakt. Arzt (1895).
Lorenz, W., Kommerzienrat (1879).
Lüders, P., Ingenieur in Berlin (1895).
Ludwig, Dr., Spezialarzt für Chirurgie (1904).
Magenau, Ökonomierat in Augustenberg bei Grötzingen (1903).
Marschalck, K. von, Major a. D. (1896).

Massinger, R., Professor an der Oberrealschule (1894).
May, Dr. W., Privatdozent für Zoologie (1899).
Mayer, Paul, Lehramtspraktikant (1904).
Mayer, Rud., Zinkograph (1893).
Meeß, Ad., Privatmann u. Stadtrat (1899).
Meidinger, Dr. H., Geh. Hofrat, Professor der technischen Physik an der Techn. Hochschule (1865, Ehrenmitglied 1901).
Millas, K. de, Ingenieur (1893).
Molitor, Dr. E., prakt. Arzt (1894).
Müller, Dr. L., Medizinalrat (1896).
Müller, Dr. U., Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1893).
Muth, Dr., Oppenheim (1902).
Näher, R., Baurat (1893).
Naumann, Bergassessor (1904).
Neumann, Dr. M., prakt. Arzt (1901).
Netz, F., prakt. Arzt (1893).
Nüßlin, Dr. O., Hofrat, Professor der Zoologie an der Technischen Hochschule (1878).
Oechelhäuser, Dr. A. von, Geh. Hofrat, Professor der Kunstgeschichte an der Technischen Hochschule (1898).
Öhmichen, Fabrikant (1904).
Ordenstein, Professor, Direktor des Konservatoriums (1903).
Orsinger, Jul., Professor an der Realschule (1904).
Paull, Dr. H., prakt. Arzt (1898).
Paravicini, Dr. R., Hilfsarbeiter im Ministerium des Innern (1903).
Peter, W., Architekt (1903).
Pezoldt, O., Buchhändler (1903).
Pfeil, Dr., Assistent am chemisch-technischen Institut der Technischen Hochschule (1901).
Reck, K. von, Freiherr, Geheimerat und Kammerherr (1869).
Rebmann, E., Oberschulrat (1902).
Rehbock, Th., Professor des Wasserbaues an der Technischen Hochschule (1900).
Reichard, Fr., Stadtbaurat, Direktor der städtischen Gas- und Wasserwerke (1892).
Reinfurth, Th., Seminarlehrer (1903).
Resch, Dr. A., prakt. Arzt (1888).

Richter, Dr., Direktor (1903).
Riehm, Verbandssekretär (1903).
Riffel, Dr. A., prakt. Arzt, a. o. Professor für Hygiene an der Technischen Hochschule (1876).
Risse, Dr. H., prakt. Arzt (1899).
Röder von Diersburg, Freiherr, Oberst z. D. und Kammerherr (1901).
Rosenberg, Dr. M., prakt. Arzt (1898).
Roth, Dr. K., prakt. Arzt (1897).
Rupp, G., Professor, Laboratoriumsvorstand an der Großh. Lebensmittelprüfungsstation (1899).
Sachs, W., Geh. Oberfinanzrat (1885).
Sachs, W., Kaufmann.
Schaaff, E., Privatier (1899).
Schellenberg, R., Finanzrat (1899)
Scheurer, K., Hofmechaniker und Optiker (1877).
Schleiermacher, Dr. A., Professor der theoretischen Physik an der Technischen Hochschule (1881).
Schmidt, Fr., Professor der wissenschaftlichen Photographie an der Technischen Hochschule (1892).
Scholl, Dr. Rol., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1896).
Scholtz, Stabsveterinär (1905).
Schultheiss, Professor Dr., Großh. Meteorologe (1886).
Schur, Dr. F., Professor der Geometrie an der Technischen Hochschule (1901).
Schuster, Fr., Oberstleutnant a. D. (1905).
Schwarzmann, Professor Dr. M., Privatdozent für Mineralogie an der Technischen Hochschule und Kustos am Naturalienkabinet (1901).
Schweickert, M., Seminar-Oberlehrer a. D. (1873).
Seneca, F., Fabrikant (1863).
Siefert, X., Oberforstrat, Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1895).
Sieveking, Dr. H., Assistent an der Technischen Hochschule (1902).
Spranger, Postrat (1903).
Sprenger, A. E., Geh. Oberregierungsrat (1878).
Spuler, Dr. A., a. o. Professor der Anatomie in Erlangen (1897)
Spuler, Dr. R., Augenarzt (1903).

Stark, F., Professor an der Oberrealschule (1895).
Stein, H., Apotheker in Durlach (1896).
Steiner, Dr. A., prakt. Arzt (1896).
Sternberg, Dr. H., prakt. Arzt (1897).
Steude, Dr. M., Sekretär (1896).
Stoll, Herm., Forstpraktikant (1902).
Ströbe, Dr., Hofapotheker (1905).
Teichmüller, Dr. J., a. o. Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule (1899).
Tein, Dr. M. von, k. bayer. Bauamtmann (1888).
Timann, Dr., Generalarzt (1903).
Treutlein, P., Direktor des Realgymnasiums (1875).
Tross, Dr. O., prakt. Arzt (1893).
Vogel, Dr., Chemiker (1904).
Vogt, A., Reallehrer, Vorstand der städt. Handelsschule (1903).
Volz, H., Professor an der Akademie der bildenden Künste (1892).
Wacker, M., Professor am Realgymnasium (1894).
Wagner, Dr. E., Geheimerat, Konservator der Altertümer (1864).
Wagner, G., Privatier in Achern (1876).
Wagner, Leop., Prokurist in Ettlingen (1899).
Wallenberg, A. von, Generalmajor z. D. (1903).
Weber, Assistent am physik. Institut der Techn. Hochschule (1904).
Wedekind, Dr. L., Hofrat, Professor der Mathematik an der Technischen Hochschule (1876).
Weiler, Dr. A., Professor a. D. (1883).
Williard, A., Baurat a. D. und Stadtrat (1895).
Wilser, Dr. L., in Heidelberg (1881).
Wimmer, Forstpraktikant, Assistent an d. Techn. Hochschule (1904).
Wittmer, K., Forstrat (1899).
Wöhler, Dr. Loth., Privatdozent und Assistent am chemischen Laboratorium der Technischen Hochschule (1898).
Wunderlich, Dr. H., prakt. Arzt (1896).
Zartmann, Dr. F., Privatmann (1899).
Ziegler, A., Medizinalrat (1903).
Ziegler, Dr. V., prakt. Arzt (1899).
Zimmermann, Fr., Gr. Oberingenieur (1899).

Für die Redaktion verantwortlich: Prof. Dr. Schultheiss.

Sitzungsberichte.

---

614. Sitzung am 3. Juni 1904.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend zahlreiche Gäste.

Herr Prof. Dr. Scholl berichtete über eine Luftballonfahrt. Nach einem Überblick über die geschichtliche Entwicklung der Luftschiffahrt und kurzen Erörterungen über die Theorie und Technik des Ballonfahrens erstattet der Vortragende Bericht über seine am 5. Mai 1904 mit Oberleutnant Lohmüller als Führer und Leutnant Sänger, beide in Straßburg, in Gegenwart des Fürsten-Statthalter von Elsaß-Lothringen, in dem 1300 cbm fassenden mit Leuchtgas gefüllten Ballon „Hohenlohe" des südwestdeutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt ausgeführte Ballonfahrt. Die Luftschiffer stiegen früh um $^1/_2$10 Uhr vom Rheintorplatz in Straßburg bei kühler Witterung (etwa 6°) auf. An Instrumenten befanden sich an Bord Aneroid, Barograph, Statoskop und Assmanns Aspirationspsychrometer. Sie durchbrachen in etwa 1000 m Höhe die untere sich nach allen Richtungen bis an den Horizont erstreckende Wolkenschicht, auf der sie das Schattenbild des Ballons und Korbes erblickten, umgeben von einem Regenbogenkreise. Darüber war klarer Himmel, abgesehen von leichten, einige 1000 m höher befindlichen zarten Federwolken. Die Luftschiffer trieben bis etwa um die Mittagstunde bei flauem Winde südsüdöstlich, querten den Rhein in der Höhe von Offenburg, in einer Meereshöhe von etwa 2000 m, schlugen dann allmählich südöstliche Richtung ein und flogen über Lahr in den Schwarzwald hinein. Sie erreichten zweimal die größte Höhe von 2700 m, das erste Mal über Ichenheim, das zweite Mal über Lahr, dazwischen sanken sie über Schuttern auf 700 m hinab. Die tiefste Temperatur war $-7^1/_2$°, am Psychrometer $-10^1/_2$°.

Die erste Landung erfolgte nach raschem Fallen nachmittags 4 Uhr in den Kronen eines Hochwaldes bei Prinzbach, 11 km östlich von Lahr, wo der Vortragende den Ballon verließ die zweite Landung gegen 1/2 5 Uhr 200 m weiter nördlich auf einem Kleefeld am Walde. Der Vortrag wurde begleitet von erläuternden Versuchen über den Auftrieb leichter Gase, der Vorweisung verschiedener Demonstrationsobjekte (Ballonkorb mit Tragring nebst Zubehör, ein Yonsches Ventil), sowie von Lichtbildern nach Momentaufnahmen des Vortragenden kurz vor der Auffahrt und nach der Landung, mit Blicken in die Wolkenlandschaften und auf in der Tiefe liegende Dörfer.

615. Sitzung am 17. Juni 1904.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend zahlreiche Gäste.

Im großen Hörsaal des elektrotechnischen Instituts der Technischen Hochschule hielt Herr Prof. Dr. Schleiermacher einen Vortrag über Fortschritte in der drahtlosen Telegraphie, wobei er zunächst das Auftreten von elektromagnetischen Schwingungen bei Kondensatorenentladungen durch eine singende Bogenlampe, dann die Abstimmung von Schwingungskreisen und eine drahtlose Telegraphie zwischen zwei Stationen vorführte. Dann wurden die Bestrebungen besprochen, genaue Abstimmung des Empfängers auf den Sender herzustellen, wobei auf Methoden und Apparate zur bequemen Bestimmung der Eigenschwingungsdauer eines Schwingungskreises hingewiesen, und der „Wellenstab" von Slaby in seiner Anwendung demonstriert wurde. Als wichtigster Fortschritt wurde erwähnt die von Braun angegebene Methode, dem Sender mehr Energie zuzuführen, indem mehrere primäre Schwingungskreise gleichzeitig auf ihn einwirken. Schließlich gab der Vortragende kurze Mitteilungen über neuere Detektorkonstruktionen, unter denen der elektrolytische Detektor von Schlömilch in einem Modell vorgezeigt wurde.

616. Sitzung am 8. Juli 1904.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 32 Mitglieder.
Neu angemeldetes Mitglied: Herr Zahnarzt Hutt

Auf besonderen Wunsch des Vorsitzenden, erstattete Herr A. Kneucker im Gartensaal des Karlsruher Museums einen vor-

läufigen Bericht über den Verlauf einer zweiten botanischen Reise nach der Sinaihalbinsel, die er auf Anraten unseres berühmten Landsmannes, des bekannten Afrikaforschers Dr. G. Schweinfurt, hauptsächlich nach dem südlichen und östlichen Teil der Sinaihalbinsel zum Zwecke botanischer Erforschung dieses Gebietes ausgeführt hatte. Die Behörden hatten für dieses Unternehmen in dankenswerter Weise einen halbjährigen Urlaub und eine Subvention bewilligt. Am 11. Februar wurde die Reise in Begleitung eines jungen Karlsruhers, Herrn H. Wolff, über Berlin nach Hamburg angetreten und zur Überfahrt nach Alexandrien der Dampfer „Pera" der deutschen Levantelinie benützt, der infolge äußerst stürmischen Wetters und verschiedener Maschinendefekte erst am 9., statt am 3. März in Alexandrien eintraf. Unterwegs wurden die Häfen Lissabon, Algier, Tunis, Malta und Piräus angelaufen. In Hélouan stattete Herr Kneucker unserem dort zur Kur weilenden Herrn Staatsminister v. Brauer einen Besuch ab. Hier schloß sich Herr Hans Guyot, Direktor der „École internationale" in Hélouan, ein Mannheimer, als sprachkundiger Führer und Entomologe an, und am 16. März konnte endlich der Abmarsch der Karawane vom asiatischen Ufer bei Suez nach Süden stattfinden. Die Richtung folgte im großen und ganzen dem Wege vor zwei Jahren, doch hielten sich die Reisenden näher dem Meere. Um el-Tor zu erreichen, wurden diesmal die Wâdi's Selâf und Hebron durchzogen. Fünf Stunden vor el-Tor wurden die Reisenden von einem schrecklichen Sandsturm (Chamsin) überfallen, welcher Menschen und Tiere aufs äußerste erschöpfte.

In Tor fand man seitens des deutschen Konsularagenten und der Quarantänebehörden freundliche Aufnahme. Der Kommandant ließ mitteilen, daß das ägyptische Kriegsministerium ihm befohlen habe, die Mitglieder der Expedition unter seinen Schutz zu stellen.

Am Ostersonntag kehrten die Herren auf einem mit schmutzigmalerischen Mekkapilgern überfrachteten Pilgerschiff nach Suez und Kairo zurück, um ihre Ausrüstung und Vorräte zu ergänzen. Herr Kneucker konnte hier mit Herrn Dr. Schweinfurt und einem jungen Schweizer Namens Keller einige ergebnisreiche Exkursionen ausführen und reiste am 15. April mit Herrn Guyot allein zum zweiten Male nach Tor zurück, um die eigentliche Auf-

gabe, Erforschung des botanisch und entomologisch noch völlig unbekannten Südens und Ostens in Angriff zu nehmen; Wolff hingegen hatte genug vom Sinai und eilte der Heimat zu. Die Entwicklung der Flora ließ im Süden zu wünschen übrig, hingegen war die entomologische Ausbeute um so reicher. Eine Reihe interessanter Urgebirgstäler und Höhen wurde besucht und am 26. April bei einer Hitze von 57 Grad Celsius Râs Mohammed, die fast vegetationslose, aus Korallenkalk bestehende Südspitze der Halbinsel erreicht. Man hatte mit Wassermangel zu kämpfen und mußte den Verbrauch dieses edlen Nasses aufs äußerste einschränken. Am 27. April kam man nach „Scherm Moje", einer Quelle nahe der gleichnamigen Bucht am Akababusen. Langsam ging es nun längs des Gebirges auf der Ostseite der Halbinsel bis Samara, wo Kupferminen sich befinden und wo ein biederer Schwabe Namens Schmolz mit seiner Familie kampiert und den arabischen Arbeitern Kost verabreicht. Die beiden Herren fanden hier aufs beste Aufnahme und Verpflegung und setzten, da das überaus sterile und unsäglich wilde Gebirge fast keine Vegetation zeigte, nach eintägigem Aufenthalte ihre Reise fort. Herr Guyot eilte in Gewaltmärschen voraus, um telegraphisch Erkundigungen über das Befinden seiner Familie einzuziehen, während Herr Kneucker allein mit der Karawane die Halbinsel durchquerte, einen äußerst schwierigen Paß mit den Tieren überschritt und nach viertägigem Marsche wohlbehalten in Tor eintraf, wo ihn Freund Guyot erwartete. Am 7. Mai fuhren die Herren abermals mit einem überfrachteten Pilgerschiff nach Aegypten zurück.

In Suez wurde die botanische Ausbeute nach Europa aufgegeben, während Guyot den größten Teil der entomologischen Ergebnisse behufs späterer Bearbeitung mit sich nach Hélouan nahm. Am 10. Mai besuchte Kneucker das Attaka-Gebirge gegenüber von Suez, indem Herr Konsul Meinecke daselbst ihm einen besonderen Dampfer hierzu zur Verfügung stellte, und am 18. Mai konnte er endlich mit einem russischen Dampfer von Port Said aus nach Jaffa abreisen. An Bord dieses Dampfers traf er mit dem am 31. Mai in Jerusalem an Dysenterie verstorbenen Oberkonsistorialrat Dr. Fr. v. Braun (Stuttgart) zusammen. Von Jerusalem aus konnte er ergebnisreiche Exkursionen in das Jordangebiet, an das Tote Meer und ins Gebirge

Juda ausführen und später im pflanzenreichen, schön angebauten Libanon nach fünftägiger Reise einen der höchsten Gipfel, den noch teilweise mit Schnee bedeckten Sânnin, besteigen. Außerdem wurden weiter noch Damaskus, Balbeck, die weinreiche Insel Samos, Smyrna und Konstantinopel besucht, und am 26. Juni traf Herr Kneucker nach vierundeinhalbmonatlicher Abwesenheit wieder gesund und mit reicher botanischer Ausbeute in Karlsruhe ein.

Da die wissenschaftlichen Ergebnisse erst aus der Bearbeitung des mitgebrachten Materials resultieren, so kann hierüber erst später berichtet werden. Diese vorläufige Mitteilung hatte zunächst nur den Zweck, in aller Kürze den Verlauf der ziemlich strapaziösen und an Entbehrungen, aber auch an interessanten Erlebnissen und an naturwissenschaftlicher Ausbeute reichen Reise zu schildern.

617. Sitzung am 28. Oktober 1904.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend zahlreiche Gäste.

Neu angemeldete Mitglieder: die Herren Privatier Friedrich Deimling, Fabrikant Grund, Privatdozent Dr. Hamel, Fabrikant Oehmichen.

Im großen Hörsal für Chemie der Technischen Hochschule berichtete Herr Geheimerat Dr. Engler über den neuesten Stand der Radiumfrage. Nach einem kurzen Rückblick auf die merkwürdigen Eigenschaften dieses Stoffes, unter denen die Ausstrahlung von Energie in Form von Wärme, ferner drei Arten elektrischer Strahlen und einer gasartigen Emanation, also einer stofflichen Strahlung, die charakteristischsten sind, wurde insbesondere die Frage nach der Ursache und der Quelle dieser Ausstrahlungen erörtert und dabei die wahrscheinliche Richtigkeit der Ansicht Rutherfords begründet, wonach dieselben auf eine atomare Desintegration, d. h. eine innere Umsetzung der kleinsten Teilchen der Substanz des Radiums zurückzuführen sind. Von der tiefgreifendsten Bedeutung für die Grundanschauungen der Chemie ist die Wahrnehmung Ramsays, daß die Emanation des Radiums teilweise in Helium, ein anderes zuerst auf der Sonne entdecktes Element, übergeht, weil dadurch die zusammengesetzte Natur eines Elementes und damit wahrscheinlich auch der übrigen Elemente nachzuweisen ist und in der Folge die bisherige Atom-

theorie sich nicht mehr halten läßt. Man nimmt an, daß etwa 14 strahlende Stoffe der Gruppe des Radiums existieren, von denen schon eine ganze Anzahl (Polonium, Actinium, Emanium u. a.) bekannt ist. Die Emanation des Radiums schlägt sich auf anderen Stoffen, so in Wasser, Erde, Schlamm usw. nieder und teilt sich auch der Luft mit, wodurch diese „radioaktiv" werden, ohne eigentliches Radium zu enthalten. Ob sich die Hoffnungen auf die heilkräftigen Wirkungen des Radiums und der radioaktiven Stoffe, die man insbesondere gegen Hautkrankheiten, Krebs, Lupus usw. zu verwerten trachtet, bestätigen, müssen erst weitere Erfahrungen zeigen. Ohne Zweifel besitzt aber das Radium stark bakterientötende Wirkung. Mit einer kleinen Menge Radium führte Vortragender eine Reihe von Versuchen durch, die u. a. zeigten, wie die Strahlen desselben, die verschiedensten festen Stoffe, wie z. B. Holz, Metallbleche, Leder, Kleiderstoffe, durchdringen. In einem späteren Vortrage wird über die von Blondlot entdeckten, von fast allen Lichtquellen ausgehenden unsichtbaren n-Strahlen, die auch von allen Lebewesen und insbesondere auch vom menschlichen Körper ausgeschickt werden, berichtet werden.

618. Sitzung am 11. November 1904.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 43 Mitglieder.

Neu angemeldete Mitglieder die Herren: Reichsbankassessor Clement, Bezirksarzt Dr. Eberle, Bankdirektor Galette, Prof. Orsinger, Forstpraktikant Wimmer.

Der Vorsitzende teilte mit, daß die Deutsche Kolonialgesellschaft, Abteilung Karlsruhe, die Mitglieder des Vereins nebst Angehörigen zu einem Vortrag eingeladen hätte, den Herr Müllendorff über „Südwestafrika zur Zeit des Herero-Aufstandes" halten werde.

Herr Prof. Dr. Schultheiss sprach sodann über „Meteorologisches vom ostasiatischen Kriegsschauplatz". Zu Beginn seines Vortrages gab der Redner einen kurzen Abriß der Geschichte der meteorologischen Bestrebungen in den beiden zurzeit Krieg führenden Ländern. In Rußland ist ein meteorologisches Zentralinstitut bereits im Jahre 1849 gegründet worden, während die ersten von einem Japaner angestellten Witterungsaufzeichnungen

erst aus dem Jahre 1872 stammen. Sowohl das russische, als das japanische im Jahre 1887 gegründete Institut haben überaus rührig gearbeitet, so daß die klimatischen Verhältnisse Ostasiens recht genau bekannt sind. Unter Zugrundlage des von Wild, dem früheren Direktor des Physikalischen Zentralobservatoriums in Paulowsk im Jahre 1881 herausgegebenen Werkes, die Temperaturverhältnisse des russischen Reiches, gab der Redner sodann eine Darstellung der klimatischen Verhältnisse der Mandschurei und zum Vergleich jener von Rußland und Japan. Während in der südlichen Mandschurei der Sommer entsprechend der geographischen Breite, welche jener von Unteritalien gleichkommt, sehr heiß ist — im Durchschnitt etwa 5 Grad heißer als in der Rheinebene — ist der Winter überaus kalt, weil aus dem über Ostsibirien gelegenen Kältegebiet, in dem die mittlere Januartemperatur unter —48 Grad Celsius herabgeht, beständig Winde gegen das japanische Meer wehen. Bereits Ende Oktober beginnen die Frostnächte, im November tritt der Winter seine Herrschaft an und behält sie bis zum März. Die Mitteltemperatur von Mukden, das gleiche geographische Breite mit Neapel hat, beträgt im November bereits —5 Grad, im Dezember —12,5 Grad, im Januar —16 Grad und im Februar noch —1 Grad. Im Januar 1871 hatte Karlsruhe nur —3,9 Grad, im kältesten Monat im Dezember 1879, —8,6 Grad. Selbst nach der kältesten Nacht kann es vorkommen, daß am Tag die Sonne lästig wird. Japan hat dagegen einen sehr milden Winter, da dort mit Ausnahme von Jeddo und des Nordens von Hondsu in keinem Monat die Mitteltemperatur unter 0 Grad herabgeht; Tokio hat z. B. im Januar noch eine solche von rund 3 Grad. Frost kommt dort wohl auch vor, doch tritt er nur mäßig auf und hält nicht lange an. Auf dem Kriegsschauplatz finden die Russen in schroffem Gegensatz zu den Japanern klimatische Verhältnisse vor, welche von denen der Heimat nicht viel verschieden sind.

Im Anschluß daran besprach der Redner die von General Kuropatkin an den Zaren gerichtete Depesche, in der die nach der Schlacht bei Liaujong eingetretenen Regenfälle auf den starken Kanonendonner zurückgeführt wurden. Daß es nach großen Schlachten ausgiebig regnet, ist schon oft behauptet worden, man kann aber dagegen anführen, daß man nicht wenige Schlachten kennt, nach denen kein Regen gefallen ist. Nach unseren physi-

kalischen Kenntnissen ist es auch nicht denkbar, daß starke Erschütterungen den Wasserdampf der Luft zur Kondensation bringen; diese kann nur durch Abkühlung bewirkt werden. Die Amerikaner haben diese Frage praktisch zu lösen versucht. Man hat nämlich im Jahre 1891 an drei verschiedenen Orten in den fast regenlosen Gebieten von Texas und Arizona durch starke Explosionen Regen erzeugen wollen, trotz Aufwendung von ungefähr 100000 M. aber ohne jeden Erfolg.

Auf eine Anregung aus der Versammlung hin, ließ sich der Vortragende noch darüber aus, ob, wie jüngst behauptet wurde, ein Zusammenhang zwischen Erdbeben und Regenfall bestünde; ohne eingehende statistische Untersuchungen läßt sich diese Frage nicht beantworten, doch ist es recht unwahrscheinlich, daß ein unmittelbarer Zusammenhang besteht.

An der sich an den Vortrag anschließenden Besprechung beteiligten sich außer dem Redner die Herren Engler, Haid, Rehbock und Troß.

Herr Prof. Leutz legte den ersten Registrierbogen des für die Durlacher Erdbebenstation bestimmten Horizontalpendels, das vorläufig im Kellergeschoß des Aulabaues der Technischen Hochschule aufgestellt ist, vor; nach den Aufzeichnungen hat es den Anschein, als ob in den Morgenstunden des 5. November leichte Erderschütterungen vorgekommen seien.

Hierauf teilte Herr Geh. Rat Engler mit, daß nach einem neuestens in Oxford aufgefundenen Dokument die Herstellung von Geschützen schon 1326 bekannt gewesen sei. Die der bezüglichen Mitteilung beigefügte Zeichnung dieses ältesten bekannten Geschützes zeigte eine birnförmige Flasche („Büchse") mit Zündloch und fest aufgesetztem Stopfen, in Gestalt eines Pfeiles, zum Abschießen. Schon lange vor der angeblichen Entdeckung des Pulvers durch Berthold Schwarz, 1340, und der ersten Anwendung durch die Engländer in der Schlacht bei Crécy, 1346, waren sonach Geschütze bekannt. Kanonen wurden auch schon bei der Verteidigung von Cambray, 1342, verwendet, und Töpfe zum Schießen kennt man notorisch bereits 1338 in Rouen. Die Engländer haben die Kenntnis der Verwendung von Geschützen wahrscheinlich deutschen Soldaten zu verdanken, und speziell Freiburg i. B. war zu Anfang des 15. Jahrhunderts für andere Städte, z. B. Basel und Straßburg im Geschützwesen vorbildlich. Das

Pulver selbst kannte man schon in früheren Zeiten, z. B. als „griechisches Feuer“, auch nach einer Vorschrift seiner Bereitung nach Marcus Gräcus aus dem 13. Jahrhundert, doch war seine Verwendung zum Schießen im Jahre 1313 noch nicht bekannt; diese Entdeckung liegt sonach in der Zeit zwischen 1313 und 1326.

619. Sitzung am 25. November 1904.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 34 Mitglieder.

Herr Privatdozent Dr. Auerbach sprach über das Thema: „Seltene Tiere des Großh. Naturalienkabinetts und neue Präpariermethoden“. Nach einer kurzen einleitenden Schilderung der Aufstellungsart der zoologischen Sammlungen des Naturalienkabinetts ging der Vortragende dazu über, eine Reihe seltener und interessanter Säugetiere und Vögel, die dort zur Schau gestellt sind, zu besprechen. Anknüpfend an die Betrachtung der schönen, von Herrn C. G. Schillings geschenkten Kilima-Ndscharo-Giraffe wurde dargetan, wie die modernen Zoologen heute eine ganze Reihe verschiedener geographischer Formen jener merkwürdigen Tiere unterscheiden. An der Hand von teils ausgestopften Tieren, teils von Schädeln, Geweihen und Zeichnungen wurden dann die Unterschiede der alt- und neuweltlichen Hirscharten, sowie deren verschiedene Geweihbildung im Zusammenhang mit der Ausbildung der Eckzähne besprochen. — Durch reiche Schenkungen sind die Sammlungen des Naturalienkabinetts in Stand gesetzt, ihren Besuchern einen großen Teil der so sehr interessanten tibetanischen, ostchinesischen und japanischen Säugetierwelt in vorzüglich präparierten Exemplaren vor Augen zu führen.

Auch an Vögeln weist das Kabinett eine ganze Reihe hochinteressanter Formen auf. Der Vortragende beschränkte sich auf die Demonstration von drei ganz besonders beachtenswerten Tieren, nämlich der fast ausgestorbenen, sehr seltenen Zahntaube von Samoa, und des Nestor- und Eulenpapagais von Neuseeland. Ersterer ist ja besonders dadurch bekannt geworden, daß er teilweise sich zum Raubvogel ausbildete, indem er den auf den Inseln neu eingeführten Schafen große Stücke Fleisch aus dem Körper riß und sie oft sogar dadurch tötete.

Den Schluß des Vortrages bildete endlich eine eingehende Schilderung der Methoden, nach denen heutzutage jene schönen

Präparate hergestellt werden, die vom lebenden Tiere fast nicht mehr zu unterscheiden sind. Die im Großh. Naturalienkabinett angewandte Methode besteht im wesentlichen darin, daß zuerst unter Benützung von Torfstücken ein genaues Modell des Tieres hergestellt und daß dann die ganz dünn geschabte Haut darüber gezogen wird.

An der Besprechung beteiligten sich die Herren Engler und Heß.

620. Sitzung am 9. Dezember 1904.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 44 Mitglieder.
Neu angemeldete Mitglieder: die Herren Bergmeister Naumann, Assistent für Physik an der Technischen Hochschule Weber.

Der Vorsitzende legte das erste Exemplar des nunmehr erschienenen 17. Bandes der Vereinsverhandlungen vor.

Herr Geh. Hofrat Dr. Lehmann hielt sodann einen Vortrag über: „Magnetokathodenstrahlen".

Die Magnetokathodenstrahlen, die neuesten unter den neuen Strahlen, sind bereits von Plücker und Hittorf vor fünfzig Jahren beobachtet, aber bisher stets mit den gewöhnlichen Kathodenstrahlen zusammengeworfen worden. Zur klaren Erkenntnis der Verschiedenheit beider Strahlenarten führte erst der weitere Ausbau der Entladungstheorie. Man kann mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß gewöhnliche Kathodenstrahlen nichts anderes sind, als die Bahnen masseloser elektrischer Teilchen (negativer Elektronen), welche mit außerordentlich großer Geschwindigkeit (bis zu 100000000 Meter pro Sekunde) von der Kathode fortgetrieben werden. Ihre Ladung beträgt 0,2 Trilliontel Coulomb, ihre auf Selbstinduktion beruhende Trägheit (scheinbare Masse), ist gleich der einer wägbaren Masse von 2,5 Quinquilliontel Kilogramm. Im magnetischen Feld erleiden sie eine Ablenkung von ihrer Bahn und suchen sich in Form von Spiralen um die Kraftlinien herumzuwickeln, um so enger, je größer die Feldstärke. Sobald nun aber letztere über einen bestimmten „kritischen" Wert steigt, erfolgt plötzlich ein beträchtlicher „Spannungssturz", d. h. die Spannungsdifferenz der Elektroden sinkt auf etwa ein Zehntel ihres vorigen Wertes und wird unzureichend zur Erzeugung von gewöhnlichen Kathodenstrahlen. Die Stromstärke wächst nun bedeutend an und an Stelle der Kathodenstrahlen erscheinen die

Magnetokathodenstrahlen, die genau dem Lauf der Kraftlinien folgen. Sie erregen da, wo sie das Glas treffen, nicht wie Kathodenstrahlen Fluoreszenz, dagegen beträchtliche Wärme, eventuell bis zum Schmelzen des Glases. Sie führen auch nicht wie die gewöhnlichen Kathodenstrahlen der getroffenen Stelle negative Elektrizität zu, hinterlassen aber dort einen dünnen Beschlag aus dem Stoff der Kathode. Je mehr das Feld wächst, um so größer wird ihre Länge; sie werden durch die magnetische Kraft gewissermaßen aus der Kathode herausgezogen, nicht wie die Kathodenstrahlteilchen durch die elektrische Kraft fortgestoßen. Von einem elektrischen Körper werden sie nicht angezogen oder abgestoßen wie Kathodenstrahlen, sondern seitwärts getrieben in der einen oder entgegengesetzten Richtung, je nach dem Sinn der Magnetisierung und dem des elektrischen Feldes. Sie verhalten sich also einem elektrischen Körper gegenüber ähnlich wie Kathodenstrahlen gegenüber einem Magneten. Ihr Verhalten im magnetischen Felde wurde schon seit Jahren von dem Vortragenden, dem es gelang, Strahlen bis zu 3 m Länge zu erhalten, studiert und vielfach beschrieben. Mehrere bildliche Darstellungen findet man in der neuesten Auflage zu Meyers Konversationslexikon auf der Tafel zum Artikel „Elektrische Entladungen". (Fig. 7, 15, 17 und 18). Der Name Magnetokathodenstrahlen wurde den Strahlen erst in diesem Jahre von dem französischen Physiker Villard gegeben, dem man speziell die Kenntnis ihres Verhaltens im elektrischen Felde verdankt. Vielleicht kann man sich die Strahlen vorstellen als rotierende Paare von positiven und negativen Teilen, die nicht durch die elektrische, sondern durch die magnetische Kraft fortbewegt werden. Vorläufig begegnet indes diese Deutung großen Schwierigkeiten. Möglicherweise ist Zurückführung auf bekannte Gesetze überhaupt unmöglich, es liegt vielmehr eine völlig neue Wirkung elektrischer Kräfte vor.

621. Sitzung am 23. Dezember 1904.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 13 Mitglieder.

Herr Prof. Dr. Schultheiss sprach zuerst über die Bemühungen, die Wärmeverhältnisse des Winters im voraus zu bestimmen. Die bekannteste Theorie ist jene von Habicht, nach welcher die an der Ostküste Grönlands auftretenden Eismassen

die Witterung Europas beeinflussen sollen. Tritt dort das Eis in großer Menge auf, so soll es durch Abkühlung der unteren Luftschichten ein barometrisches Maximum erzeugen und dieses soll die im allgemeinen dem Golfstrom folgenden Minima veranlassen, ihre Bahn mehr nach Osten zu verlegen und durch Europa mit warmer ozeanischer Luft zu überfluten. Tritt dagegen wenig Eis an der grönländischen Küste auf, so sollen die Depressionen eine mehr westwärts gelegene Bahn einschlagen und das barometrische Maximum, das im Winter über dem asiatischen Kontinent liegt, kann sich westwärts ausdehnen; der Winter wird dann kalt. Gegen die Richtigkeit dieser Theorie spricht der Umstand, daß die Ausbildung der barometrischen Maxima nicht in thermischen Ursachen gesucht werden darf; sie sind entgegengesetzt den früheren Anschauungen nicht kalt, sondern warm, weil sich in ihnen die Luft langsam senkt und sich dadurch erwärmt; die Ausstrahlungskälte, welche in den Maximis entsteht, ist nur in den untersten Luftschichten zu finden.

Hellmann hat untersucht, ob die Witterungsverhältnisse von Winter und Sommer in einem Zusammenhang stehen und er hat gefunden, daß auf einen sehr kalten Winter mit Vorliebe ein kühler, auf einen sehr warmen Winter auch ein warmer Sommer folge. War der Sommer sehr warm, so stellt sich darnach häufig ein strenger Winter ein, während, wenn der Sommer mäßig warm gewesen war, der Winter mild werde.

Fußend auf Vorarbeiten von Pettersson hat Meinardus ermittelt, daß, wenn im Spätherbst und Winteranfang die Luftdruckunterschiede Europa-Island groß sind, dann auch ziemlich oft die Temperatur von Golfstrom und Luft an der mittelnorwegischen Küste höher als sonst und daß merkwürdigerweise die Witterung in Norddeutschland 2 bis 3 Monate später, also im Nachwinter mild ist; einem geringen Luftdruckunterschied entspricht mit einer Wahrscheinlichkeit von etwa 0,8 eine geringe Luftwärme in Norwegen und ein strenger Nachwinter.

Nach den Untersuchungen von Hellmann würde sich ergeben, daß der diesjährige Winter wahrscheinlich in den beiden ersten Monaten ziemlich mild, im letzten dagegen kalt werde.

Herr Maschineninspektor Joos teilte dann hieran als Kuriosum den Inhalt einer Patentschrift über eine Dynamomaschine mit rotierenden Polen mit, die nach den Angaben des unge-

nannten Erfinders einen Nutzeffekt von 1200 Prozent ergeben solle, ein Beweis, daß die Lehre von der Erhaltung der Energie noch nicht überall durchgedrungen sei.

Zum Schluß besprach Herr Geheimerat Dr. Engler den derzeitigen Stand der Frage nach der Entstehung des Petroleums. Die neuerdings auch von Sabatier und Senderens vertretene Theorie von Moissan, wonach das Petroleum durch Einwirkung von Wasser auf Metallkarbide und Metalle des Erdkerns entstanden sein soll, ist unhaltbar, weil dadurch — abgesehen von gewichtigen geologischen Bedenken — das Fehlen von Wasserstoff in den Petroleumgasen und das Vorhandensein von stickstoffhaltigen Basen im natürlichen Petroleum nicht erklärt werden kann. Beides schließt die Bildung aus Metallkarbiden vielmehr aus. Dagegen hat die vom Vortragenden schon früher vertretene und experimentell begründete Hypothese der Bildung aus Fettresten untergegangener Lebewesen durch den neuerlichen Befund Prof. Potoniés in Berlin eine wichtige Stütze erhalten, wonach der sog. Faulschlamm oder Seeschlick des Ahlbecker Seegrundes bei Stettin, welcher durch Druckdestillation leicht in Petroleum übergeht, die Fettreste tierischer und pflanzlicher Gebilde darstellt. Auch gelang es im hiesigen Laboratorium, das Fett eines von Prof. Potonié eingesandten Algenschlammes aus dem Wannsee bei Potsdam in Petroleum umzuwandeln. Verfaulen die tierischen und pflanzlichen Reste unter Zurücklassung der notorisch sehr beständigen Fette und gehen diese durch Überlagerung anderen Schlammes in sedimentäre Schichten über, so kann bei Druck und Wärme daraus Petroleum entstehen.

622. Sitzung am 13. Januar 1905.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 72 Mitglieder.

Der Vorsitzende begrüßte bei Eröffnung der Sitzung Seine Königliche Hoheit den Erbgroßherzog, wobei er ihm den ehrerbietigsten Dank des Vereins für sein Erscheinen und das damit bekundete Interesse an den Bestrebungen des Vereins aussprach; Seine Königliche Hoheit dankte für die Begrüßung und gab seiner Freude darüber, daß es ihm vergönnt sei, an den Sitzungen des Vereins teilnehmen zu können, Ausdruck. Der Vorsitzende bewillkommnete sodann den als Gast anwesenden Bürgermeister der

Nachbarstadt Durlach, Herrn Reichardt, und sprach ihm den Dank des Vereins für seine tatkräftige Unterstützung bei dem Ausbau der Erdbebenstation aus, welche auf Durlacher Gemarkung am Fuße des Turmbergs erstellt worden ist, und er gedachte schließlich mit pietätvollen Worten des verstorbenen Ehepaares Bohm, dessen letztwilligen Verfügungen der Verein die reichen Mittel zur Errichtung zweier Erdbebenstationen gewährt haben.

Herr Geh. Hofrat Dr. Haid hielt sodann den angekündigten Vortrag über „Die Erdbebenstation in Durlach und ihre Einrichtung". Nach einem kurzen Rückblick über den gegenwärtigen Stand der Erdbebenkunde und über v. Rebeurs Bestrebungen, denen der hiesige Verein in ihren ersten Anfängen nahestand, behandelte der Vortragende den Gang der Erdbebenwellen durch den Erdkörper sowie entlang seiner Oberfläche und wies auf die Störungen hin, welche die Wellen bei ihrem Durchgang durch die geschichteten Bildungen der festen Erdkruste erleiden. Es wurde weiter dargelegt, wie durch zahlreiche Beobachtungen eines Erdbebens an der Erdoberfläche Aufschluß über die physikalische Beschaffenheit des Erdinnern erlangt werden kann. Hierzu ist der Zusammenschluß der bezüglichen Arbeiten aller Kulturvölker nötig. Letzterer soll durch die internationale staatliche Vereinigung mit dem Zentralbureau in Straßburg i. E. erreicht werden. Auch für das Deutsche Reich ist eine Organisation geschaffen, und sind in den meisten deutschen Staaten bereits Stationen zur Beobachtung der Erdbeben errichtet oder ist deren Errichtung im Gang. Außer den auf der Heidelberger Sternwarte angestellten diesbezüglichen Beobachtungen sollen vom naturwissenschaftlichen Verein in Durlach und in Freiburg Beobachtungsstationen erstellt werden. An diesen beiden Orten werden gleichartige Instrumente, Horizontalpendel nach Konstruktion von Prof. Hecker in Potsdam, zur Aufstellung gelangen. Der Vortragende erklärte an dem einen bereits gelieferten Apparate, welcher im Saale aufgestellt war, die Wirkungsweise der Pendel und die photographische Aufzeichnung ihrer Bewegungen, woraus man die Phasen eines Erdbebens und die Zeiten ihres Eintretens erkennen kann. So konnten schon aus der bislang provisorischen Aufstellung im Aulagebäude der Technischen Hochschule die Registrierung zweier Erdbeben, das eine am 6. November 1904 von der Insel Formosa und das andere mit drei

Stößen am 9. Januar von der andalusischen Küste gezeigt werden, ferner auch die Registrierung der Bodenbewegungen infolge des Sturmes am 5. Dezember und infolge des Temperatursturzes in der Neujahrsnacht, sowie auch jene infolge einer von Herrn Geheimerat Dr. Engler veranlaßten Explosion im Hofe des Polytechnikums. An Hand von Plänen wurde die bereits fertige bauliche Einrichtung der Durlacher Station in einem unterirdischen Gang im Turmberg besprochen.

Nach dem Vortrag dankte der Vorsitzende dem Redner sowohl für seine Ausführungen, als auch für seine erfolgreiche Tätigkeit an der Spitze der Erdbebenstation des Vereins und er gedachte noch besonders der Verdienste des Herrn Professor Leutz, der sich der mühevollen Arbeit der Instandsetzung der schwierig zu behandelnden Apparate unterzogen hat und er gab der Hoffnung Ausdruck, daß die Großh. Regierung die Bestrebungen des Vereins durch Gewährung von Mitteln für die Unterhaltung der Stationen, für welche das Bohmsche Vermächtnis nicht mehr ausreiche, unterstützen werde, wobei er auf das Beispiel Preußens, das ausschließlich aus Staatsmitteln vier Erdbebenstationen errichte, hinwies.

623. Sitzung am 20. Januar 1905.

Gemeinsam mit der Chemischen Gesellschaft.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler.

Neu angemeldete Mitglieder: die Herren Referendär Herm. Bartning, Stabsveterinär Scholtz.

Im großen Hörsaal für Chemie der Technischen Hochschule sprach Herr Hofrat Dr. Nötling aus Tübingen über: „Das Petroleum von Birma".

Das Bestreben, der übermächtigen Konkurrenz der amerikanischen Petroleumproduktion die Wage zu halten, hat in den letzten zwei Jahrzehnten eine eifrige Tätigkeit im Aufsuchen neuer Petroleumfelder zur Folge gehabt. Da Amerika von selbst ausschied und Afrika sowie Australien aus geologischen Gründen nicht in Betracht kamen, so erstreckte sich diese Tätigkeit wesentlich über den asiatischen Kontinent, wobei die Existenz einer großen Öllinie, die sich von Japan über Borneo, Java, Sumatra, Birma, Indien, Beluchistan, Persien nach dem Kaukasus

hinzieht und schließlich in Galizien endigt, nachgewiesen wurde. Auf dieser ganzen Linie treten zwei Züge scharf und deutlich hervor: das Petroleum ist stets an Schichten cretaceischen meist aber tertiären Alters gebunden, und die einzelnen Vorkommnisse stehen im engsten Zusammenhang mit dem Bau der großen Faltengebirge.

Ein Glied dieser großen Kette sind die birmanischen Petroleumfelder, welche der Vortragende eingehend schilderte. In Birma tritt Petroleum stets in Schichten von miocänem Alter auf, und zwar immer da, wo diese durch Faltungen zu Antiklinalen von ganz bestimmter Tektonik emporgewölbt sind. In Birma ließen sich eine ganze Reihe von Vorkommen nachweisen, welche sich im allgemeinen in zwei Linien, eine östlich, die andere westlich des Arrakan-Yoma anordnen.

Vortragender schilderte die Hauptvorkommen im einzelnen und erwähnte bei der Besprechung der sog. Schlammvulkane von Minbu, daß diese Erscheinungen, die in ihrer äußeren Form den echten Vulkanen allerdings sehr ähnlich sind, tatsächlich aber mit dem Vulkanismus nicht das Geringste zu tun haben, als eine Folge des Gasdruckes der darunter lagernden petroleumführenden Schichten aufzufassen sind.

Die Ausbeutung der Petroleumfelder in Birma, speziell derjenigen von Yenangyoung ist eine sehr alte; dieselbe wurde früher sehr intensiv von den Eingeborenen betrieben, welche das Petroleum in eigenartigen Brunnen, deren Bau und Konstruktion eingehender geschildert wird, gewonnen haben. Seitdem sich jedoch europäischer Unternehmergeist der Gewinnung des Petroleums bemächtigt hat, verschwinden die alten seichten Brunnen und an ihre Stelle tritt das Bohrloch. Trotzdem sich die Produktion infolge dessen ungemein gehoben hat, so meint Vortragender, daß Birma doch niemals einen fühlbaren Einfluß auf dem Weltmarkte gewinnen werde, denn heute, nach mehr als zwanzigjähriger Arbeit, ist die Jahresproduktion von ganz Birma doch nur noch gerade so groß wie die Wochenproduktion von Baku.

Zum Schlusse bespricht Vortragender die Theorien über die Bildung des Petroleums und er stellt sich hierbei vollständig auf den Boden der Englerschen Theorie, nämlich, daß das Petroleum unter Einwirkung von Druck und Wärme aus tierischem Fett entstanden sei. Für die Richtigkeit der Englerschen Theorie

führt Vortragender eine ganze Reihe von Beobachtungen an, und er schloß mit den Worten: in den birmanischen Petroleumfeldern ist durch die Fossilien die ehemalige Existenz einer enormen Masse organischer Substanz erwiesen, die Gebirgsstellung, entstanden durch Senkung einer großen Erdscholle, lieferte den nötigen Druck und die entsprechend erhöhte Temperatur, kurz, jene Faktoren, welche nötig waren, die vorhandene organische Fettsubstanz in Petroleum umzuwandeln.

Der Vortragende führte sodann eine Reihe selbstaufgenommener Photographien der birmanischen Fundstellen des Petroleums, der von den Eingeborenen erbauten primitiven Einrichtung zur Gewinnung des Erdöls und der Schlammvulkane in Lichtbildern vor und er schloß daran mehrere prächtige Landschaftsbilder aus Beludschistan.

Herr Geheimerat Dr. Engler zeigte darauf eine Flasche flüssiger Luft vor und führte damit eine Reihe von Experimenten aus.

624. Sitzung am 3. Februar 1905.

Vorsitzender Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 20 Mitglieder.

Herr Dr. Wilser aus Heidelberg hielt einen Vortrag über: „Altgermanische Zeitrechnung", der unter den Abhandlungen dieses Bandes zum Abdruck gebracht ist.

In der sich daran knüpfenden Besprechung wies Herr Geheimerat Dr. Engler darauf hin, daß man sich bei aller Anerkennung der kulturellen Leistungen nordischer Völker gegenwärtig halten müßte, wie eine ganze Reihe der wichtigsten Entdeckungen auf dem Gebiete der Naturwissenschaften so insbesondere der Astronomie und der Chemie nach Assyrien und Ägypten verlegt werden müßten. Auch hinsichtlich der griechischen Philosophie und Kunst komme man immer mehr zu der Überzeugung, daß sie aus jener der orientalischen Völker hervorgegangen sei.

625. Sitzung am 17. Februar 1905.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 64 Mitglieder.

Neu angemeldetes Mitglied: Herr Oberstleutnant a. D. Fr. Schuster.

Herr Prof. Le Blanc hielt einen Vortrag über: „Amerikanische Reiseeindrücke", der unter den Abhandlungen dieses Bandes zum Abdruck gebracht ist.

626. Sitzung am 3. März 1905.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend viele Gäste.

In der Sitzung im großen Hörsaal für Chemie der Technischen Hochschule, welcher Seine Königliche Hoheit der Erbgroßherzog anwohnte, berichtete Herr Geh. Hofrat Prof. Haid über den im September 1904 in den Vereinigten Staaten tagenden 8. internationalen Geographenkongreß. Dieser wurde in Washington eröffnet, begab sich dann nach Philadelphia, hielt Sitzungen in New-York, machte Exkursionen auf dem Hudson und nach dem Niagarafall und tagte in Chicago und St. Louis. Aus der großen Anzahl von Vorträgen wies der Vortragende insbesondere auf den sich entwickelnden Wechsel in der Anschauung über die Entstehung der Gebirge durch vertikale Erhebung hin. Die hoch über das Meeresniveau erhobenen Plateaus werden durch die Wirkung des rinnenden Wassers, der sogenannten Erosion, zerschnitten, aufgelöst und schließlich abgetragen. Die fast ebenen Abtragungsflächen, die Rumpfebenen, werden Peneplaine genannt. Eine neue Hebung kann die Rumpfebenen wieder in ein Plateau verwandeln und der Prozeß der Erosion und Einebnung kann von neuem beginnen. Nicht nur in Amerika, auch in Asien operieren amerikanische Forscher mit solchen Peneplaines. In den südlichen Karpathen will man die gleiche Erscheinung erkannt haben, und ebenso soll die letzte Erhebung der Alpen durch eine vertikale Krustenbewegung bedingt sein. Auch die Eruptionen auf den Antillen bildeten wiederholt Gegenstand der Verhandlungen des Geographentages. Unter anderem erwähnte der Vortragende auch den Bericht des Prof. Bauer, des Vorstands des Carnegie-Instituts für Erdmagnetismus, über die erdmagnetischen Störungen, die bei den Ausbrüchen des Mont Pélée fast gleichzeitig auf 28 Observatorien rings um die Erde beobachtet worden sind. Unterstützt von zahlreichen Lichtbildern, schilderte dann der Vortragende die an den Kongreß sich anschließende Reise nach dem Grand Canyon des Colorado, den Besuch von Indianerdörfern und des versteinerten Waldes in Arizona, sowie den durch Wolkenbrüche veranlaßten Aufenthalt in der überschwemmten Wüste und die Fahrt über El Paso und Queretaro nach Mexiko und Orisaba und zurück über Laredo, durch Texas und das Indianerterritorium nach St. Louis.

627. Sitzung am 17. März 1905.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 28 Mitglieder.
Neu angemeldetes Mitglied: Herr Dr. Buchmüller, prakt. Arzt.

Seminarlehrer Dr. Lay berichtete über seine experimentell-pädagogischen Untersuchungen über: „Anschauungs- und Gedächtnistypen", zeigte ihre praktische Bedeutung und gab zum Schluß einen Überblick über die Entwicklung und den gegenwärtigen Stand der experimentellen Pädagogik, einer neuen wissenschaftlichen Disziplin, die im Verlaufe des letzten Jahrzehnts geschaffen wurde. — Gibt es bei den Schülern bestimmte Anschauungs- und Gedächtnistypen, d. h. gibt es Schüler, bei denen 1. im sprachlichen Unterricht und 2. im Sachunterricht die Gesichtsvorstellungen oder die Gehörsvorstellungen oder die Bewegungsvorstellungen die Hauptrolle spielen, im Vordergrunde des Bewußtseins stehen? Zu dieser Frage gelangte Dr. Lay auf Grund hirnanatomischer und -physiologischer Tatsachen (Lokalisationstheorie) und gewisser Beobachtungen und Ergebnisse seiner experimentellen Untersuchungen über die Psychologie des Rechtschreibens und der Zahlvorstellungen. An der Hand von Zeichnungen wurde an einem konkreten Beispiel die Entstehung der sachlichen und der sprachlichen Anschauung und Vorstellung als einer zusammengesetzten physiologischen Einheit gezeigt. Hierauf wurde ein Einblick in die Durchführung der Versuche im einzelnen gegeben. (Näheres in: Lay, Experimentelle Didaktik. Nemnich, Wiesbaden 1903.) Durch diese Versuche wurde unter anderem festgestellt: 1. Es gibt sowohl auf dem sprachlichen als auch auf dem sachlichen Gebiete einen optischen, akustischen, motorischen und gemischten Anschauungs- und Gedächtnistypus. 2. Weniger als ein Drittel bis gegen die Hälfte der Schüler der Klassen sind Hörer, die anderen Seher. Über die Hälfte jeder Klasse ist schreibmotorisch; alle Schüler sind sprechmotorisch. 3. Es gibt Wortedenker (Formalisten) und Sachdenker (Realisten). Diese Resultate fanden Bestätigung durch eine Untersuchung von Prof. Dr. Netschajeff, Direktor des pädagogisch-psych. Laboratoriums in St. Petersburg. — Es folgten nun einige Hinweise auf die praktische Bedeutung der Versuchsresultate: die Anschauungs- und Gedächtnistypen machen einen Teil der Begabung aus. Viele pädagogische und andere wissenschaftliche Streitfragen finden ihre Erklärung und Lösung durch die nachgewiesenen Tatsachen.

Lehrer, welche sich um diese und andere Resultate der exp. Pädagogik nicht bekümmern, müssen Schüler vielfach verkennen und vergewaltigen, wie es Gauß, Darwin, Liebig, Helmholtz, Frommel, Gerh. Hauptmann und Männer aus allen Gesellschaftsschichten als Schüler erfahren haben. Man darf annehmen, daß viele Philologen Akustiker sind und nicht selten die optisch veranlagten Schüler und die Sachkenner verkennen. Der fremdsprachliche Unterricht, insbesondere die direkte Methode, verstößt vielfach gegen die Anschauungstypen. Diese Anschauungen sind für die Berufswahl von Bedeutung. — Die experimentelle Forschungsmethode (exakte Beobachtung, Statistik und Experiment) kam zunächst im Interesse der Hygiene und der Kinderpsychologie auf dem Gebiete der Pädagogik zur Anwendung. Dr. Lays Untersuchungen über das Rechtschreiben und die Zahlvorstellungen waren die ersten, welche die Erforschung eines naturgemäßen Lehrverfahrens durch das Experiment anstrebten. Seine Arbeiten wurden vielfach nachgeprüft und bestätigt und z. T. ins Schwedische, Englische, Französische, Russische und Böhmische übersetzt. In den letzten 5 Jahren wurden päd.-psych. Laboratorien gegründet, so in Antwerpen, St. Petersburg, Budapest, Mailand; leider ist Baden und Deutschland noch im Rückstand. Der Leiter des päd.-psych. Laboratoriums an der Universität Zürich, Prof. Dr. Meumann und Dr. Lay, konnten im vorigen Jahr eine internationale Arbeitsgemeinschaft für exp. Pädagogik begründen, in der auch Japan vertreten ist und deren Organ die Zeitschrift „Die experimentelle Pädagogik“ ist.

628. Sitzung am 5. Mai 1905.

Vorsitzender: Herr Geh. Hofrat Dr. Lehmann. Anwesend 48 Mitglieder.

Herr Prof. Dr. Klein hielt im großen Hörsaal für Chemie der Techn. Hochschule einen Vortrag über Gehölzeklima und Baumwuchs.

629. Sitzung vom 19. Mai 1905.

Mitglieder-Hauptversammlung.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 38 Mitglieder.

Neu angemeldete Mitglieder: Herr Spezialarzt Dr. Schwab, Hofapotheker Dr. Ströbe.

Vor dem Eintreten in die Tagesordnung teilte der Vorsitzende mit, daß das Ehrenmitglied Exzellenz von Struve, der frühere

langjährige Leiter der Sternwarte in Pulkowa, der seinen Lebensabend in Karlsruhe zugebracht habe, am 14. April gestorben sei, wobei er die hervorragenden wissenschaftlichen Verdienste des Dahingeschiedenen würdigte.

Den Bericht über die Tätigkeit im abgelaufenen Vereinsjahr gab Herr Prof. Schultheiss, der für den noch immer erkrankten Schriftführer dessen Geschäfte besorgt hatte. Nachdem der Kassier seinen Bericht erstattet hatte und ihm Entlastung erteilt worden war, ersuchte der Vorsitzende bei der nunmehr satzungsgemäß vorzunehmenden Vorstandswahl an Stelle des Herrn Prof. Futterer, dessen Genesung in nächster Zeit nicht zu erwarten sei, Herrn Prof. Schultheiss zu wählen. Die Versammlung war damit einverstanden und wählte außerdem den bisherigen Vorstand durch Zuruf wieder.

Herr Dr. Spuler hielt darauf einen Vortrag über den gegenwärtigen Stand der Krebsforschung.

Die Krebskrankheit ist nicht nur bei den Menschen, sondern auch sonst bei den Wirbeltieren verbreitet. Im allgemeinen ist es eine Krankheit der höheren Lebensalter. Nach Sektionsstatistiken sind etwa 15 Proz. der Menschen an Krebs erkrankt. Nicht immer ist der Krebs die Todesursache, wie denn auch etwa 20 Proz. der Krebserkrankungen bei Lebzeiten nicht erkannt würden. — Die Diagnose ist eben oft sehr schwierig und nur durch die mikroskopische Untersuchung festzustellen.

Der Krebs gehört zu der Gruppe der Geschwülste, d. h. Gewebsneubildungen, die aus den verschiedensten Gewebearten des Körpers hervorgehen können, und dann dem Gesamtorganismus gegenüber eine gewisse Selbständigkeit erlangen. — Eine zum Wohle des Individuums dienende Funktion und eine Wachstumsgrenze der Geschwülste läßt sich nicht feststellen.

Die Geschwulstzellen sind im allgemeinen den normalen Körperzellen ähnlich, und zwar den ausgebildetsten, wie den embryonalen; oft trifft man die verschiedenen Entwicklungsstufen in einer Neubildung.

Die Geschwülste wachsen aus sich heraus; aus der Umgebung werden keine eigentlichen Geschwulstzellen aufgenommen, sondern nur Bindegewebe und Blutgefäße.

Wir unterscheiden ein expansives und ein infiltrierendes Wachstum: bei ersterem wächst die Geschwulst mit deutlicher

Oberflächengrenze geschlossen weiter und verdrängt das umgebende Gewebe, das auf den Druckreiz hin oft eine Hülle um die Geschwulste bildet. Beim infiltrierenden Wachstum wuchern die äußeren Zellen in alle Spalten des umgebenden Gewebes aktiv ein. Das umliegende Gewebe wird zur Entzündung und Wucherung gereizt. — Wird das von den Geschwulstzellen umwucherte Gewebe durch Druck usw. zerstört, nennen wir dies zerstörendes (destruierendes) Wachstum. — Beim infiltrierenden Wachstum findet sich nach obigem keine scharfe Geschwulstgrenze. Gutartig und bösartig nennt man eine Geschwulst je nach dem Sitz und der Art des Wachstums. Eine reine expansiv wachsende Neubildung kann bösartig sein, wenn lebenswichtige Funktionen durch die Ausdehnung gestört werden. Fast überall kann das infiltrierende Wachstum als bösartig bezeichnet werden, weil die Umgebung nicht nur verdrängt, sondern oft auch noch zerstört wird. Bei operativer Entfernung der Geschwulst können, auch wenn man weit im Gesunden operiert, doch schon einzelne Zellen weiter gewuchert sein, und dann Anlaß zu Rückfällen geben.

Beim infiltrierenden Wachstum finden wir häufig, daß die Geschwulstzellen, durch Blut- und Lymphstrom verschleppt, sich an weiter entfernten Orten ansiedeln und dort eine Gewebsneubildung hervorrufen — und zwar von derselben Art wie die ursprüngliche. Es gibt Übergänge von gutartigem zu bösartigem Wachstum. Daß auch mit dem verschiedenen Wachstum an den Geschwulstzellen selbst Änderungen entstehen, ist wohl anzunehmen, wenn es auch von manchen Seiten bestritten wird.

Der Krebs gehört zu den vom Epithel ausgehenden Geschwülsten; als Epithel bezeichnen wir eine ein- oder mehrschichtige Zellage gleichartiger Zellen ohne Zwischensubstanz, die Hohlräume auskleidet (wie der Magen-Darmkanal), oder Oberflächen bedeckt (wie die Haut). — Epithelzellen geraten bei der Krebsbildung in Wucherung, die sich mehr oder weniger von dem normalen Wachstum unterscheidet. Zu den nicht infiltrierend wachsenden Epithelneubildungen gehören die einfachen Drüsengeschwülste (Adenome) und die Zottengeschwülste (Papillome). — Erstere sind den normalen Drüsen sehr ähnlich gebaut, gegen die infiltrierend wachsenden Krebse sich im Aufbau immer mehr vom normalen unterscheidend; hiernach, sowie nach dem Ausgangsgewebe und dem gegenseitigen Mengenverhältnis von Epithel-

zellen und Bindegewebe unterscheidet man die verschiedenen Krebsformen. — Sind viel Bindegewebe und wenig Epithelzapfen oder Schläuche vorhanden, so haben wir die harten — langsam wachsenden, weniger bösartigen Formen —; überwiegen die eigentlichen Krebszellen (Epithelzellen), so haben wir die weichen, rasch wachsenden, bösartigen Formen.

Reicht bei raschem Wachstum die Ernährung der Neubildung durch die Blutgefäße nicht aus, so kommt es zur Erweichung und Gewebszerfall: der Krebsgeschwürbildung.

Alle Krebse neigen zur Metastasenbildung, die harten Formen weniger als die weichen, da ja auch hier das langsame oder rasche Wachstum eine Rolle spielt. Der Aufbau der Metastasen ist dem der Ursprungsbildung ähnlich, oft so, daß man aus den Metastasen auf eine ganz bestimmte Krebsart schließen kann. — Die chemische Untersuchung lieferte bis jetzt nichts wichtiges, vor allem fand sich kein Körper, der den körperlichen Verfall der Krebskranken erklärt.

Für viele Geschwülste nimmt man eine angeborene Anlage an und wohl mit Recht für die Mischgeschwülste, einen Teil der Muskel, Nerven- und Bindegewebsgeschwülste. Weiterhin erklärt man sich die Geschwulstbildung entstanden aus Zellen, die durch anormale Wachstumsvorgänge aus dem gewöhnlichen Verband verlagert wurden. — Als Ursache dieser Verlagerungen nimmt man auch Verletzungen an, doch sollen diese — sowie länger dauernde Reizwirkungen (Entzündungen usw.) auch direkt die Zellen zur Wucherung anregen. — Nach der einen Anschauung liegt bei der Krebsentwicklung die erste Ursache im Epithel, nach der anderen soll durch verminderte Widerstandskraft das Bindegewebe dem immer zur Wucherung geneigten Epithel zu sehr nachgeben. — Veränderungen im Bau des Zellprotoplasmas und der Kerne, sowie Anomalien bei der Kernteilung sprechen vielleicht mehr zur Annahme veränderter Epithelzellen.

Diesen Erklärungsversuchen aus inneren Ursachen steht die Annahme der parasitären Entstehung der Krebse gegenüber. Was bis jetzt als Parasiten (Krebserreger) beschrieben wurde, konnte sich nicht die allgemeine Anerkennung gewinnen. Krebserregende Lebewesen konnten bis jetzt nicht gezüchtet werden. Erfolgreiche Krebsübertragungen gelangen bis jetzt nur von dem Individuum einer Spezies auf ein anderes der gleichen Spezies,

und zwar mußten immer entwicklungsfähige Krebszellen (Epithelzellen) übertragen werden. Nur von diesen lebenden, überpflanzten Zellen aus wuchs der Krebs im geimpften Tier; dieses selbst lieferte zur Neubildung nur Bindegewebe und Gefäße. — Pflanzen-Krebse, wo ein Erreger gefunden wurde, sind anatomisch etwas ganz anderes, wie was wir bei Mensch und Tieren als Krebs bezeichnen.

Die Zunahme der Krebse betrifft fast nur die schwer zu erkennenden inneren Krebse, die äußeren nahmen kaum zu. — Die mangelnde wissenschaftliche Diagnose erklärt wohl auch das vielfach behauptete selternere Vorkommen von Krebsen in Tropen und im hohen Norden.

Die Menschen erreichen heute im Durchschnitt ein höheres Alter; eine Zunahme der Erkrankungen der späteren Lebensjahre, Krebs und Geisteskrankheiten, kann schon dadurch seine Erklärung finden.

Das Vorkommen von Krebsorten und Krebshäusern spricht für einen parasitären Ursprung des Krebses, läßt sich aber auch sonst erklären. Man vergleiche das häufigere Vorkommen der sicher nicht parasitären Gicht in England. Daß zwei Ehegatten an denselben Krankheiten leiden, läßt sich bei dem seltenen Vorkommen nicht für eine parasitäre Entstehung anführen.

Zur Heilung des Krebses steht heute immer noch die operative Entfernung der Neubildung oben an. Wenn man alles entfernen kann, sind dauernde Erfolge zu erzielen. — Selbstheilungen sind in ganz vereinzelten Fällen beobachtet worden.

Ein Erfolg der Anwendung von Röntgenstrahlen und Radium ist möglich, da ja denkbar, daß die weniger resistenten Geschwulstzellen deren Einfluß schneller unterliegen, als die normalen Körperzellen.

Abhandlungen.

Altgermanische Zeitrechnung.

Von **Ludwig Wilser.**

> Non omnis sapientia penes Chaldaeos et Orientem fuit, etiam Occidentis et Septentrionis homines fuerunt λογικα ζωα.
>
> *Scaliger.*

Auf Himmelskunde, Sterndeutung und Zeitrechnung verstanden sich nach der Meinung der Alten hauptsächlich drei Völker: Chaldäer, Ägypter und — Hyperboreer. Daß man im Altertum auch den nordischen „Barbaren" solche Kunst und Wissenschaft zutraute, daß sogar die hochgepriesenen Hellenen sie darin als Lehrmeister anerkannten, war in neuerer Zeit, unter der Herrschaft des Vorurteils, alles Wissen, insbesondere die Kenntnis der Gestirne und die Berechnung der Jahreszeiten, stamme aus dem Morgenlande, ganz in Vergessenheit geraten. Gerade die Germanisten, vor allen andern, sollte man denken, zu Hütern und Pflegern unseres Volkstums und seiner altehrwürdigen Überlieferungen berufen, glaubten unbefangene, aufgeklärte, über kleinliche und beschränkte Volkseitelkeit hoch erhabene Gelehrte zu sein, wenn sie mit überlegener Sicherheit unsern Vorfahren jede selbständige Erfindung, alle künstlerische und wissenschaftliche Befähigung absprachen. „Wie bei allen Völkern des Abendlandes", meint Sievers, ist auch bei den Germanen die Annahme der Schrift eine „Geschichte von Entlehnungen", es fehlt ihnen, urteilt Bremer, „an Schönheitssinn, an Sinn für Anmut, Formen und harmonisches Ebenmaß", und „wir wissen", schreibt Mogk,[1] „daß wir den Römern die Namen der Wochentage, die Monate, das Alphabet verdanken". Wie ungerecht solche Urteile sind, habe ich für Schrift und Kunst

[1] Grundriß der germanischen Philologie. 1891, 2. Aufl. 1899.

schon früher[2] nachgewiesen; heute möchte ich, bisher Versäumtes nachholend, dies auch in bezug auf die Zeitrechnung versuchen. Die Frage hat ja neben hervorragender kulturgeschichtlicher entschieden auch naturwissenschaftliche Bedeutung.

Haben die genannten Völker, das ist die erste Frage, sich die Kenntnisse vom Stand und der Bewegung der Gestirne, von der Umdrehung der Erde, vom Umlauf des Mondes und von seinem Verhältnis zu Sonne und Erde selbständig erworben, oder war in dieser Hinsicht eines vom andern abhängig, und welchem von den dreien gebührt der Vorrang? Nach dem Gesagten galten die Nordländer von vornherein als ausgeschlossen, und selbst die Arier im allgemeinen hielt man solcher Geistesarbeit nicht für fähig. „Meinem Dafürhalten nach", sagt Weber,[3] den ich statt aller

[2] „Alter und Ursprung der Runenschrift". Korrespondenzbl. d. deutschen Geschichts- und Altertumsvereine 11/12, 1895; „Zur Geschichte der Buchstabenschrift". Beil. z. Allg. Ztg. 103, 1899; „Über den Ursprung des Alphabets" und „Herkunft der Runen", Polit. anthrop. Revue II 7 u. III 11, zusammengefaßt in dem Abschnitt „Das Runenrätsel" meines Buchs „Die Germanen", Eisenach und Leipzig 1904. — Kürzlich hat von Friesen, Dozent in Upsala, einen neuen Versuch (Om runskriftens härkomst, Sonderabdr. aus Språkvetensk. Sällskapets i Uppsala Förhandl. 1904) gemacht, die Runen von einem südlichen Alphabet, und zwar der griechischen Kursive, wie früher von Grienberger von der lateinischen, abzuleiten; eines ist so unmöglich wie das andere. die von mir im letztgenannten Aufsatz der Revue widerlegte Theorie des schwedischen Forschers nichts als „ein totgeborenes Kind". — Vgl. auch die Aufsätze „Germanische Kunst und Schrift" in der Zeitschrift „Germania", VII 2, und „Zur Runenfrage" in den „Wartburgstimmen", II 22, und im „Globus", Bd. 87, Nr. 11, ferner „Germanischer Stil und deutsche Kunst", Heidelberg 1899, auch in das erwähnte Buch aufgenommen. — Das seitdem erschienene, besonders durch seinen reichen Bilderschmuck wertvolle Werk von Salin, „Die altgermanische Tierornamentik", Berlin, Asher & Cie, 1904, ist leider in der Hauptsache verfehlt. Vgl. meine Besprechungen in „Deutsche Kunst und Dekoration", VII 12, und in den „Wartburgstimmen", II 16. Salin hat für sein Werk von der Schwed. Akad. d. Wiss. einen Geldpreis erhalten, durch große Mühe und Sorgfalt wohlverdient, für die Richtigkeit aller seiner Ansichten aber nichts beweisend.

[3] Sitzungsberichte der k. preuß. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, phil.-hist. Klasse XXXVII 1898. — Neuere Untersuchungen haben aber gezeigt, daß nicht einmal die „arabischen" Zahlen, die sich im 13. Jahrhundert von Spanien aus verbreitet haben, eine Erfindung der Semiten sind, sondern wahrscheinlich der arischen Inder, denn sie heißen arabisch „haruph et End", indische Zeichen. Vgl. N. Korrespondenzbl. f. d. Gelehrten- und Realschulen Württembergs 1904.

Gleichgesinnten anführe, „waren die Indogermanen nicht auf einer Höhe der Kultur stehend, welche sie dazu befähigt hätte, selbständig Beobachtungen oder gar Berechnungen anzustellen, die sie zu einer solchen Korrektur ihres Mondkalenders[4] hätten führen können. Ich kann mir nur denken, daß sie dabei durch die Nachbarschaft semitischer Kultur beeinflußt worden sind. Natürlich wäre dabei nicht an die südlichen Semiten (Juden und Araber) zu denken, die noch jetzt an dem alten Mondjahre festhalten, sondern an die nördlichen Semiten resp. die Babylonier".

Dabei kann man sich allerdings auf Herodot berufen, der (II 109) berichtet: „Sonnenuhr (*πολον*) und Schattenmesser (*γνωμονα*) sowie die Zwölfteilung des Tages haben die Hellenen durch die Babylonier kennen gelernt". Es fragt sich nur, ob diese in der Tat als Erfinder zu betrachten sind oder selbst Lehrmeister gehabt haben. Wie bekannt, haben die semitischen Assyrer und Babylonier auch die von ihnen gebrauchte, später von den arischen Persern wesentlich verbesserte und vereinfachte Keilschrift nicht selbst erfunden, sondern von den ältesten Kulturträgern im Zweistromland, den Sumeriern, einem Volke fremden Stammes und nichtsemitischer Sprache, übernommen. Nach den gefundenen Bildnissen und Schädeln hatten diese Sumerier durchaus europäische Gesichtszüge und ausgesprochen längliche Kopfbildung, können also auch nicht, wie man früher geglaubt hat, „turanischer", d. h. asiatischer Abkunft[5] sein, sondern müssen der nordeuropäischen Rasse *(Homo europaeus L.)* angehört haben,

[4] Monate und Mondjahr mußte man ihnen wenigsten lassen.

[5] Über „Die Turanier Vorderasiens und Europas" hat Wirth in der Beil. z. Allg. Ztg. 287/8 1904 einen Aufsatz veröffentlicht, der die Begriffe „Rasse" und „Volk" verwechselt und auch sonst viel Irriges und Verkehrtes enthält. Mit dem Ausdruck „Turanier" ist seit v. Hölder viel Mißbrauch getrieben worden; man versteht darunter Mischvölker, die in den Grenzgebieten von Europa und Asien aus der Vermengung und Kreuzung von *H. europaeus* und *brachycephalus* entstanden sind. Den Vorwurf, mit mir sei „nicht zu reden", muß ich als ungerechtfertigt zurückweisen; durch sachliche Gründe lasse ich mich stets überzeugen. Eine höfliche Anfrage wegen Richtigstellung hat die Redaktion der Beilage, die doch auf Wissenschaftlichkeit Anspruch macht, nicht beantwortet. — Vgl. Cope, The oldest civilized men (Amer. Naturalist, Aug. 1896). Dazu mein Aufsatz „Das älteste Kulturvolk im Zweistromland", Globus LXX 12, und meine Behandlung der Frage in „Indogermanische Probleme", Polit. anthrop. Revue, III 1, und in dem Buch „Die Germanen".

höchstens mit geringer Beteiligung der gleichfalls langköpfigen Mittelmeerrasse *(Homo mediterraneus)*, aber vollständigem Ausschluß der Rundköpfe *(H. brachycephalus)*. Auch was von ihrer Sprache überliefert ist, hat durchweg arischen Klang, so urud, anag, zabar, balag (Kupfer, Zinn, Erz, Beil, von den Wortstämmen lat. raudus, skr. naga, got. saban, gr. *πελεκυς*, ags. bil), nicht minder die Götternamen Bal, Dagon, Nebo, Marduk oder Merodach, Istar, Asir, Gibil,[6] Anu, Samas und Tiamat (die Göttermutter, deorum mater, *ἡ μητηρ των θεων*, *Κιμμερις θεα* nach Hesych). Die Ansicht,[7] „daß der größere Teil der babylonischen Religion, der Göttergestalten wie ihrer Mythen und Kulte, im letzten Grunde nicht semitischen Ursprungs ist, sondern weiter auf die Sumerier zurückgeht", findet immer mehr Anhänger und größere Verbreitung.

Insbesondere stammt die Verehrung des Sonnengottes Bal oder Bel (pers. Belos, slav. Belenis, kelt. Belenos, ags. Bäldäg; an. bal, ags. bäl, Feuer, Flamme) zweifellos aus dem Norden, wo ja nach griechischer Anschauung des „Phöbos alter Garten" lag, und mit dem Sonnendienst hängt die Berechnung des Sonnenjahres aufs Innigste zusammen. Auf die Sumerier folgten die Chaldäer, vielleicht ein Mischvolk mit starkem Einschlag nordischen[8] Blutes, deren Name hauptsächlich mit der Himmelskunde (Astronomie) und später auch mit der Wahrsagung aus den Sternen (Astrologie) verknüpft ist. Bekanntlich bildet die den europäischen Völkern wie auch den Babyloniern seit ältester Zeit vertraute Zwölferrechnung den einzigen „Beweis" für die asiatische Herkunft[9] der Arier. Viel einfacher und ungezwungener erklärt sich der Zusammenhang durch die Annahme, daß die semitischen

---

[6] Dieser Name des Feuergottes erinnert an Polengabia, die Herdgöttin der alten Preußen (lit. pelene, Herd), wie auch an das halbgriechische Heliogabal (nam Heliogabalum Phoenices vocant solem, Jul. Capitolinus, Opil. Macrin. 9).

[7] Zimmern, die Keilinschriften und das alte Testament, 3. Aufl. 1903. — Gleicher Ansicht sind Henning, Die sumerische Grundlage der vorderasiatischen Schöpfungssage, Globus LXXXVI 5 und Radau, The creation-story of Genesis 1, The Monist 1902, später als besondere Schrift erschienen.

[8] Die Namen ihrer Könige Merodach-Baladan, Teutamus, Nabopolassar. Nabonnetus u. a. enthalten indogermanische Wortstämme. Merodach und Nebiogastes sind fränkische, Teutalus und Teutomatus keltische Namen.

[9] J. Schmidt, Die Urheimat der Indogermanen und das europäische Zahlsystem, Berlin 1890. Vgl. dazu den Vortrag von Günther auf der Greifswalder Anthropologenversammlung 1904.

Völker des Zweistromlandes, wie so manches andere, auch diese Zählweise von ihren sumerischen Lehrmeistern übernommen haben. „Nach Babylon", berichtet Diodor (I 28), „führte Belos, den man für einen Sohn des Poseidon und der Libya hält, eine Schar von Auswanderern. Er ließ sich am Flusse Euphrat nieder und setzte Priester ein, die, wie in Ägypten von allen Abgaben und öffentlichen Leistungen befreit, bei den Babyloniern Chaldäer hießen. Sie beobachten die Gestirne und sind, ebenso wie die ägyptischen, Naturkundige und Sterndeuter." Belos, oft auch Zeus genannt, ist aber eine nordische, arische Gottheit und keineswegs aus Ägypten eingewandert; mit nicht besserem Recht zählten die dortigen Priester auch den Herakles, Orpheus, Kadmos u. A. zu ihren Landsleuten. In einem Aufsatz über den „Geburtstag des Gottes Tammuz" vergleicht der durchaus nicht für unsern Weltteil voreingenommene Hommel[10] die Göttin Istar mit der germanischen Ostara — auch die Namen sind nah verwandt — und sagt u. a.: „Diese Feste (Sonnenwenden) beherrschen dort das religiöse Leben . . . ähnlich wie bei unsern heidnischen Vorfahren . . . So ist Babel, mehr noch als mit der Bibel, mit unserer germanischen Vorzeit und ihren vom Christentum, wenigstens was die Zeiten anlangt, adoptierten Hauptfesten auf das Engste verbunden". Der verwandtschaftliche Zusammenhang führt zurück in die Heimat des Sonnengottes und seiner Verehrung.

Von der Sternkunde und Zeitrechnung der Ägypter berichtet Herodot (II 3 und 4) nach Mitteilungen, die ihm in der alten Sonnenstadt Heliopolis (Pi Ra, Haus der Sonne, hebr. Beth Semes, beim heutigen Kairo) die Priester, „von allen Agyptern die erfahrensten in alten Geschichten", gemacht hatten. „Nach ihrer Meinung", erzählt er, „hätten die Ägypter zuerst von allen Völkern das Jahr (soll heißen das Sonnenjahr) erfunden und es in zwölf Teile geteilt, was, wie sie sagten, den Gestirnen[11] entnommen sei. Sie machen

[10] Münchner N. N. 597, 1904.

[11] Auch nach Strabo, XVII 1, verstanden sich die ägyptischen Priester „auf Weltweisheit und Sternkunde". — Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die größte Pyramide, wohl nicht über 4000 Jahre alt, auch dazu gedient hat, verschiedene Größenverhältnisse und Grundmaße zum Ausdruck zu bringen und zu verewigen; doch haben die Engländer Taylor und Smyth offenbar viel zu viel hineingeheimnist. Vgl. Eyth, Mathematik und Naturwissenschaft der Cheopspyramide, Sonderabdr. aus d. Jahresheften d. Vereins f. Math. u Naturwiss., Ulm 1901, und Der Kampf um die Cheopspyramide, Heidelberg 1902.

es meines Erachtens darin klüger als die Hellenen, die jedes zweite Jahr einen Schaltmond einschieben, denn sie haben zwölf Monate von je 30 Tagen und fügen dann jährlich noch fünf Tage hinzu. So fallen im wechselnden Lauf der Jahre die Jahreszeiten doch immer auf die gleichen Monate. Auch Namen und Verehrung der zwölf Götter hätten von ihnen, als den ersten, die Hellenen angenommen." Aus dieser letzten Bemerkung läßt sich ersehen, wie viel auf die Prahlereien der ägyptischen Priester zu geben ist; denn die Götter des griechischen Olymps waren Gemeingut aller arischen Völker. Übrigens führten sie selbst ihre ganze Weisheit, nach Strabo, XVII 1, und Diodor, I 15, 16 und 43, auf Hermes zurück, der ja auch den Griechen als Erfinder der Künste und Wissenschaften galt.

Herodot (II 148) spricht auch von einem Labyrinth in der Nähe des Mörissees, das „aller Beschreibung spotte" und mit seinen mannigfach verschlungenen Irrgängen „tausend Wunder" enthalte. Wo aber diese Irrgärten oder Labyrinthe[12] herstammen und welch innige Beziehungen sie zur Sonnenverehrung haben, das hat der trotz mancherlei Irrtümern vom „deutschen Gelehrtendünkel" doch über Gebühr verlästerte E. Krause (Carus Sterne) in seinen „Trojaburgen Nordeuropas" und der ergänzenden Schrift „Die nordische Herkunft der Trojasage" in einleuchtender und unwiderlegbarer Weise[13] gezeigt. Die nordischen, zumteil noch recht gut erhaltenen Irrgärten, wie z. B. der bei Wisby auf Gotland und der auf einem Steinkreuz von Juleskov auf Fünen[14] dargestellten, gleichen aufs Haar denen der kretischen Münzen von Knosos und des etruskischen Krugs von Tragliatella. „In dem Heiligtum von Saïs", berichtet Herodot (II 170/1) weiter, „stehen hohe Spitzsäulen aus Stein und ist ein See mit einer steinernen Einfassung, ringsherum schön gearbeitet und nach meiner Schätzung so groß wie der von Delos, den man den kreisförmigen nennt". Die dort gefeierten Mysterien sollen von den

---

[12] Die Ableitung des Worts vom phrygischen labrys, Doppelaxt, hat manches für sich; dies auf kretischen Denkmälern so häufige Sinnbild ist nichts anderes als der Donnerkeil des Licht- und Luftgottes, der nordische Thorshammer.

[13] Beide Werke sind 1893 in Glogau erschienen und von mir in der „Tägl. Rundschau", 10/VIII und 30/X besprochen.

[14] Von Olaus Wormius in seinen Monumenta Danica, Kopenhagen 1643, abgebildet. Im Namen des Fundorts liegt die Beziehung zur Sonnenverehrung.

Danaiden nach Griechenland gebracht und „den pelasgischen Weibern“ mitgeteilt worden sein. Danaos aber, der nach Euripides

> befohlen, die Pelasger man in Hellas sonst
> genannt, sie sollten künftig heißen Danaer,

trägt, wie Pelasgos, Achäos, Skythes, Keltos, Galates, als Stammesheld den Namen seines Volkes, der arischen Danaer, und kann daher unmöglich aus Ägypten stammen; wie so manchmal, hat auch hier die Sage die Verhältnisse umgedreht. Die Ähnlichkeit des ägyptischen Heiligtums mit dem delischen zeigt deutlich den Weg, auf dem sich die Sonnenverehrung und damit auch die Kenntnis des Sonnenjahres verbreitet hat, denn Delos, das heilige Eiland und die Geburtsstätte des Sonnengottes, hatte noch lange, wie wir sehen werden, den Zusammenhang mit dem Norden bewahrt.

Die in der Königsburg von Saïs göttlich verehrte Kuh mit vergoldeten Hörnern und dem dazwischen stehenden „Sonnenrad von Gold“ (Herodot II 132) ist das Sinnbild der arischen Mondgöttin; die Hörner entsprechen der Mondsichel, und die Sonnenscheibe mit dem daraus entstandenen Hakenkreuz ist im Norden uralt[15] und hat sich von dort mit den Wanderungen der arischen Völker verbreitet. Da die Mondgöttin als Gemahlin des Sonnen-

[15] Davon legt u. a. das bei Trundholm gefundene Sonnenbild im Altnordischen Museum zu Kopenhagen Zeugnis ab. — In einem der Bauernhäuschen des Freiluftmuseums Skansen in Stockholm sah ich vor kurzem hölzerne Nachbildungen des noch jetzt bei dem schwedischen Landvolk gebräuchlichen Weihnachtsgebäcks, julbröd, darunter auch eines mit dem Namen gullvagn, Goldwagen, in der Gestalt des Hakenkreuzes. — In einem Aufsatz über „Bretzelgebäck“ (Arch. f Anthr. N. F. III 2) leugnet Höfler den Zusammenhang der Bretzel oder Kringel, die doch ein bezeichnendes Sinnbild zur Feier des „Sommertags“ bildet, mit dem Sonnenrad. „Die Bretzel hat mit dem Sonnenkulte der Germanen gar keine Beziehung, sondern ist ein fremdes, aus Italien importiertes Totengebäck.“ Ebenso verfehlt ist seine Ableitung des Wortes: prezita, brecellum = panis tortus kommt von ags. bredan, flechten, bracellium, bracile, ahd. brazel, franz. bracelet, dagegen gehört zu brachium, Arm. Niederdtsch. Krakeling, franz craquelin, von „krachen“, hat mit Kringel (von ahd. hring) nichts zu tun. Seinen sonstigen Anschauungen entsprechend läßt Montelius (Das Rad als religiöses Sinnbild, deutsch von Lorenzen, Prometheus XVI 16—18, von mir in den Mitt. für Gesch. d. Med u. Naturwiss. IV besprochen) das Sinnbild im Norden zweimal, in der Steinzeit und bei der Bekehrung, eingeführt werden, doch sprechen die Tatsachen gegen seine Ansicht. — Der türkische Halbmond ist den arischen Skythen entlehnt.

gottes galt (*Ἥλιος* und *Σελήνη*, Sol und Luna; in den germanischen Sprachen, die ursprünglich auch die lateinischen Namen hatten, zeigt sich später das Verhältnis umgekehrt, Sunna und Mano), erklärt sich der nach Strabo (a. O.) auch in äpyptischen Sonnentempeln, wie im kretischen Labyrinth, gehaltene, u. a. auch von den Kimbern verehrte Stier als Sinnbild der männlichen Gottheit. „Die Heliaden (auf Rhodos)“, weiß Diodor (V 57) zu melden, „zeichneten sich vor anderen Einwohnern aus; in den Wissenschaften hatten sie es weit gebracht, besonders in der Sternkunde. Von ihnen stammen viele Einrichtungen für die Schiffahrt und die Zeitrechnung. Aktis (ein Sohn des Sonnengottes) wanderte nach Ägypten aus und erbaute die nach seinem Vater benannte Stadt Heliopolis. Den Ägyptern wurden von ihm die Grundlehren der Sternkunde mitgeteilt.“ Das schließt nicht aus, daß diese Wissenschaften kaum irgendwo eifriger betrieben wurden, als von den ägyptischen Priestern, denen sogar, wie Strabo berichtet, die Notwendigkeit des Schalttages bekannt war und bei denen Platon und Eudoxos[16] dreizehn Jahre zugebracht haben sollen, um ihnen ihre geheime Wissenschaft abzulauschen.

Ein großer Fortschritt für die Berechnung des Jahres und die Festsetzung seiner einzelnen Zeiten war die Entdeckung des neunzehnjährigen Mondkreislaufs (cyclus lunaris, decemnovennalis oder enneadekaeteris), nämlich die Tatsache, daß immer nach Verlauf von 19 Jahren die Mondalter oder Erscheinungen (Phasen) wieder auf den gleichen Tag fallen. Der Mondumlauf, d. h. der mit der Erde fortschreitende „synodische“, dauert nämlich $29\frac{1}{2}$ Tage, genau 29 Tage, 12 Stunden, 44 Minuten und 2,8 Sekunden, und ist daher mit dem Sonnenjahr von etwas über 365 Tagen nicht ganz in Übereinstimmung zu bringen; 12 Umläufe oder Monde sind zu wenig, 13 zu viel. Neumond und Vollmond können daher in zwei aufeinander folgenden Jahren nicht dieselben Fristen einhalten, sondern rücken jährlich, da 13 Umläufe 384 Tage ausmachen, um 19 Tage vor; 19 mal 19 aber gibt 361 oder, mit Einrechnung zon vier Schalttagen, 365 Tage, d. h. ein Sonnenjahr, und es muß daher der Mondwechsel nach je

[16] Nach Strabo (a. O.) war in Heliopolis noch die Sternwarte zu sehen. von der aus Eudoxos „die Bewegungen der Himmelskörper“ berechnet hatte. Dieser griechische Astronom war daher im Nillande nicht blos Lernender.

19 Jahren wieder genau zur gleichen Zeit[17] eintreten. Dieser Kreislauf wird auch „Metonischer Cyklus“ genannt, da ihn der Athener Meton, ein jüngerer Zeitgenosse des Perikles, entdeckt haben soll. Es ist aber wahrscheinlich, daß er längst vor ihm gefunden war, schon den chaldäischen, vielleicht sogar, wie man früher glaubte,[18] den chinesischen Astronomen bekannt. Auf Joseph Scaliger, den Begründer der wissenschaftlichen Chronologie sich stützend, hatte dagegen vor mehr als zwei Jahrhunderten schon der schwedische Dichter, Geschichtschreiber und Naturforscher Stjernhjelm[19] die Vermutung ausgesprochen, der athenische Astronom habe im Jahr 433 v. Chr. durch den Hyperboreer oder Skythen Abaris Kenntnis von der nordischen Zeitrechnung erhalten, wie überhaupt von jeher die Beziehungen zwischen Griechenland und dem Norden häufig und freundschaftlich gewesen seien (frequens enim et antiqua nostris cum Atheniensibus, praesertim et Deliis intercessit amicitia). Es ist in der Tat nicht unmöglich, daß Metons Wissenschaft aus dieser Quelle geflossen ist (Metonem hoc inventum ab Abari in Graeciam invectam excoluisse et Atheniensibus suis promulgasse), wenn auch die Behauptung, der, zudem viel ältere, Abaris habe einen Stab mit eingeschnittenen Zeichen über Sonnen- und Mondbewegung besessen (dicitur enim Abaris baculum habuisse, cui inscripti fuerint Solis Lunaeque motus), nicht auf Überlieferung beruht. Sonst aber weiß die Sage von diesem nordischen Weisen viel Wunderbares zu berichten: nach Pindar (fr. 270) ein Zeitgenosse des Krösos, nach Anderen noch älter, war er, wie Diodor (II 47) dem Hekatäos nacherzählt, nach Griechenland gekommen, um die alte Freundschaft mit den stammver-

[17] In der sonst so gründlichen Abhandlung von Schnippel „Über einen merkwürdigen Runenkalender des Großh. Museums zu Oldenburg“ (Ber. üb. d. Tätigk. d. oldenb. Landesver. f. Altertumskunde IV 1883) ist das Verhältnis nicht richtig dargestellt: die Monderscheinungen rücken nicht von einem Jahr zum andern um 8, sondern in zweien um 38, d. h. 1 Monat und 8 Tage vor, im gleichen Monat um 19 und erst im dritten Jahr um 8.

[18] Ideler, Handbuch der Chronologie, Berlin 1826.

[19] J. Scaliger, De emendatione temporum, Paris 1583. Thesaurus temporum, Leyen 1606. — Stjernhjelm, Anticluverius sive Scriptum breve Joh. Cluverio Dantisco-Borusso oppositum, gentis Gothicae originem et antiquissimam in Scandia vel Scandinavia sedem vindicans, et eiusdem de Hyperboreis dissertatio brevis, in Stockholm 1685, 13 Jahre nach des Verfassers Tod, erschienen.

wandten Deliern zu erneuern; Platon (Charmid. 158) erwähnt ihn neben dem Thraker Zamolxis als Verfasser von Zaubersprüchen, der Redner Lykurgos (fr. 86) als Wahrsager und Priester Apolls, der mit dem Pfeil des Gottes (Sinnbild der Sonnenstrahlen) umhergewandert und bei einer Seuche nach Athen gekommen sei; von dem Pfeil, mit dem der Hyperboreer, ohne zu essen, den ganzen Erdkreis durchzogen habe, weiß auch Herodot (IV 36); Bolos, ein Zeitgenosse des Kallimachos, macht ihn zu einem nordischen Priester, Wahrsager und Weisen, einem Vorgänger des Pythagoras, der Orakel aufgeschrieben, himmlische Wunderzeichen, Erdbeben und Seuchen vorhergesagt und abgewendet habe; nach Pausanias (III 13) soll das Heiligtum der „rettenden Jungfrau (*Κορη Σωτειρα*)" in Sparta von ihm gegründet sein. Aus alledem geht hervor, daß der Fremdling aus dem Norden ein Diener des Sonnengottes und ein viel erfahrener, kenntnisreicher Mann war, der in Griechenland einen tiefen Eindruck und dankbare Erinnerungen hinterlassen hat und wohl verdient, unter den Wohltätern der Menscheit und den Weltweisen des Altertums genannt zu werden.

Sehr merkwürdig ist, was Hekatäos an genannter Stelle über das Nordland berichtet: „Dem Keltenland gegenüber, im äußeren Ozean gegen Norden, liegt eine Insel, nicht kleiner als Sizilien. Ihre Bewohner heißen Hyperboreer, weil sie sich jenseits des Nordwindes befinden. Der Boden ist gut und fruchtbar und der Himmel so günstig, daß man zweimal im Jahr ernten kann. Nach der Sage ist Leto auf dieser Insel geboren. Darum wird auch Apollo dort eifriger als alle anderen Götter verehrt. Die Einwohner sind eigentlich als Priester des Gottes zu betrachten, die ihn täglich durch Lobgesänge preisen und auf alle Arten verherrlichen. Es ist dort ein prächtiger, dem Apoll geweihter Hain und ein berühmter Tempel von runder Gestalt und mit vielen Weihgeschenken . . . Von der Insel aus erscheint die Entfernung des Mondes, auf dem man bergähnliche Erhöhungen zu erkennen glaubt, sehr gering. Apoll kommt alle 19 Jahre dorthin, also zu der Zeit, da die Gestirne in die gleiche Stellung zurückkehren; darum heißt auch ein solcher Zeitraum bei den Griechen das große Jahr". Wenn diese uralte Überlieferung — Hekatäos hat im 6. und 5. Jahrhundert gelebt — auch manches sagenhafte, so z. B. dfe zweimalige Ernte, enthält, so weist sie doch mit

Sicherheit darauf hin, wo die Kenntnis des neunzehnjährigen Kreislaufs herstammt, der nur von einem Volke herausgefunden werden konnte, das die ältere, nur auf der Beobachtung des Mondes beruhende Zeitrechnung mit dem Sonnenjahr in Einklang zu bringen verstand. Die Bemerkung, daß im Norden der Mond der Erde näher sei, ist freilich nicht wörtlich zu nehmen — denn er ist überall gleich weit, 384 000 km, von uns entfernt —, beruht aber doch auf der richtigen Beobachtung, daß er dort nicht so hoch am Himmel aufsteigt und in den langen, frostklaren Winternächten besonders gut zu sehen ist, und spricht daher nicht gegen, sondern für die Zuverlässigkeit dieser Nachricht. Dazu kommt eine merkwürdige, aus dem Heidentum stammende Sage, die Stjernhjelm „ex antiquissimis fastorum libris, qui in archivo nostri regni asservantur", mitteilt: weise und der Zeitrechnung kundige Männer berichten nach alter Überlieferung, „at Odin beter sina hestar i Belgbunden,[20] d. h. quod Oden abjugat et pascit suos equos in novilunio undevigesimo, daß Wodan alle 19 Jahre seine Rosse abschirrt und weidet". Wodan ist hier noch der Himmelsgott, der auch die Sonnenrosse[21] lenkt und ihnen immer, wenn der Kreislauf, das „große Jahr" vollendet ist, Ruhe gönnt. Wäre dieser nicht im Norden erfunden, so hätte eine derartige Vorstellung in die Göttersage nicht eindringen können.

---

[20] Belgbunden Thor ist eine Doppelrune, nach dem durch die Zusammensetzung entstehenden Kreis (an. belgr, Schlauch, Balg) so genannt und als Zahlzeichen 19, in den Runenkalendern das letzte Jahr des Mondkreislaufs bedeutend, das dadurch seine Vorbedeutung erhält: Belgbunden Thor, id est swart, odrygt ahr, doch godt kornahr, schwarzes oder Fehljahr, doch gutes Kornjahr. Auch der alte Merkspruch nordischer Kalendermacher „Tunglet skiuter tolf og tiog under auni", d. h. der Mond bewegt sich zwischen 12 und 20, seine Erscheinung geht im gleichen Monat entweder um 12 Tage zurück oder um 20 vorwärts, zeigt, daß der 19jährige Kreislauf im Norden etwas Altbekanntes war, denn auni ist nicht, wie Rudbeck (Atland eller Manhem, Upsala 1675—1702) gemeint hat, ein alter König, sondern das dem lat. aevum, gr. αἰων, got. aivs, ahd. ewin entsprechende altnordische Wort; vgl. das „große Jahr" der Griechen, das Tunglet aulld der Nordländer.

[21] Daß auch die Nordländer den Sonnenwagen sich wie die Hellenen von Rossen gezogen dachten, zeigt das erwähnte, dem Erzalter angehörende Sonnenbild von Trundholm, eine zweifellos einheimische Arbeit. Vgl. Tacit. Germ. 45: sonum insuper emergentis (solis) audiri, formas equorum et radios capitis aspici, persuasio adjicit.

Die von Hekatäos erwähnten runden Sonnentempel haben sich im Norden bis auf den heutigen Tag erhalten, nicht nur in den skandinavischen Steinringen[22] und Irrgärten, sondern ganz besonders in den „Stonehenges" der britischen Inseln, so den „Stones of Callernish" auf den Hebriden, den „Standing stones of Stennes" auf dem orkadischen Mainland, vor allem aber dem großen und berühmten Stonehenge bei Amesbury, von dem es nun feststeht, daß es nicht nur als Tempel, sondern auch als Sonnenuhr und Zeitmesser gedient hat und ungefähr vierthalbtausend Jahre alt ist. Im Jahre 1901 hat nämlich eine wissenschaftliche Abordnung fünf schöne Sommernächte um den längsten Tag damit zugebracht, Zweck und Alter des merkwürdigen Denkmals auf astronomischem Wege zu bestimmen. Es ergab sich, daß einst in der Mitte des Ringes drei mächtige Steine so aufgestellt waren, daß bei Sonnenaufgang am längsten und kürzesten Tag die ersten Strahlen durch einen schmalen Spalt fallen mußten; aus der Abweichung der Sonnenbahn hat man dann ein Alter von 3681 Jahren des Bauwerks berechnet. Ähnliche Einrichtungen sind auch aus Ägypten bekannt, und auch die Art der dortigen Tempelbauten mit ihren Ringmauern und Spitzsäulen (Obelisken) entspricht ganz den nordischen Steinkreisen und Bautasteinen.

Daß sich die Verehrung der lebenspendenden Sonne nicht von Süden nach Norden, sondern umgekehrt, den Wanderungen der gesittungbringenden Völker entsprechend, vom Norden aus über unsern Weltteil und die benachbarten Gebiete von Asien und Afrika verbreitet hat, wird durch die fortschreitende und tiefer eindringende Forschung immer augenscheinlicher, durch immer neue sprachliche, geschichtliche und archäologische Gründe

[22] Von diesen Kreisen stammt das Wort „Kirche", das, wie ich zuerst nachgewiesen, kein Lehnwort aus dem Griechischen, sondern mit lat. circus urverwandt ist. Neuerdings tritt Kretschmer (Ztschr. f. Vgl. Sprachf. N. F. XIX 4) wieder für den griechischen Ursprung ein, beherrscht aber die Literatur nicht und bringt weder Neues noch Entscheidendes vor. — Noch jetzt sind die Stonehenges in England und die Menhirs in Frankreich Wallfahrtsorte, die zurzeit der Sommersonnenwende besucht werden. Vgl. den Aufsatz „Keltische Monumentalbauten", Ill. Ztg. 9. II. 1905. Vom Zweistromland kam die Verehrung des Sonnengottes Bal und der Göttin der Fruchtbarkeit Istar bis nach Ostafrika, wo noch heute mächtige Tempeltrümmer von diesem Gottesdienst Kunde geben. Vgl. den ein größeres Werk ankündigenden Aufsatz von Hall „The great Zimbabwe Temple and the Land of King Salomon's Gold", The Pall Mall Magazine, Jan. 1905.

bestätigt. Daß die ägyptischen Sonnentempel und Heiligtümer denen auf Kreta und Delos glichen, ist schon erwähnt worden; auf dies letztere Eiland aber war die Sage von Apolls[23] Geburt, wie aus den angeführten Worten des Hekatäos hervorgeht, vom Lande der Hyperboreer, also der skandinavischen Halbinsel, übertragen worden, und nach Jahrhunderten wurde durch gegenseitige Gesandtschaften und Weihgeschenke die Erinnerung an den gemeinsamen Ursprung und die alte Zusammengehörigkeit lebendig erhalten. Wie bei Herodot (IV 32) zu lesen, erzählten die Delier, „die Opferspenden der Hyperboreer kämen, in Weizenstroh eingehüllt, zuerst zu den Skythen; dann übernähme sie ein Volk vom andern und gäbe sie seinen Nachbarn weiter bis zur Adria im fernen Westen; von hier gingen sie südwärts zu den Dodonäern als erstem Volk der Hellenen, dann an den malischen Meerbusen und über See nach Euböa; eine Stadt schickte sie dann weiter zur andern bis nach Karystos. Die Karystier brächten sie nach Tenos und die Tenier endlich nach Delos". Von Gesandtschaften in umgekehrter Richtung spricht Hekatäos (bei Diodor, II 47): „Es gab auch Griechen, wie die Sage meldet, die zu den Hyperboreern reisten und kostbare Weihgeschenke mit griechischen Inschriften zurückließen". Des Nordlands Bewohner, schreibt Pomponius Mela (III 5), „sind die gerechtesten Menschen und leben länger und glücklicher als andere Sterbliche . . . sie bringen eifrig Opfer dar, besonders dem Apollo, und die Erstlinge sollen sie zuerst durch Jungfrauen ihres Stammes, dann durch Vermittlung anderer Völker, die sie weitergaben, nach Delos geschickt und lange Zeit diese Sitte bewahrt haben, bis sie durch die Schuld anderer vereitelt wurde." Dies wird durch Plinius in seiner „Naturgeschichte" (IV 26) bestätigt: „Man darf an dem Vorhandensein dieses Volkes nicht zweifeln, da es nach dem Zeugnis so vieler Schriftsteller die Erstlinge der Feldfrüchte nach Delos dem Apollo zu schicken pflegte, den es hauptsächlich verehrt. Zuerst brachten diese Jungfrauen, durch das Gastrecht lange

[24] Das griechische *Ἀπολλων* ist nichts anderes als das germ. Phol; ein solcher Vorschlag eines *α* findet sich in vielen griechischen Wörtern, z. B. *ἀγαθος*, *ἀγανος*, *ἀδελφος*, *ἀριθμος*, *ἀῤῥην* u. a — Nach einer durch Diodor (IV 51) überlieferten Sage stammte auch Artemis, des Sonnengottes Schwester, aus dem Lande der Hyperboreer und fuhr auf einem von Drachen gezogenen Wagen durch die Luft über die Erde hin.

geschützt, später, nach Verletzung der Sitte, wurden sie den Nachbarn anvertraut und von Volk zu Volk bis nach Delos weitergegeben. Schließlich kam auch das außer Gebrauch". Die Erinnerung aber erhielt sich noch lange, bis zur Zeit des Pausanias (I 31) lebendig.

Wie auf uralten Handelswegen der kostbare Bernstein von der Ostsee ans Mittelmeer und mit ihm sein nordischer Name (skyth. sacrium, lit. sakai, lat. succinum, Harz) sogar bis nach Ägypten[24] gelangte (sacal), so hat sich infolge von Völkerwanderungen und friedlichem Verkehr mit der Verehrung des Sonnengottes auch die im Norden besonders gebotene und verständliche Feier der Wintersonnenwende nach Süden verbreitet, und zwar ebenfalls mit ihrem ursprünglichen Namen. Der kyprische Monat *'Ιουλος*, vom 22. Dezember bis zum 23. Januar[25] dauernd, entspricht genau dem nord. jul, ags. giuli, got. jiuleis Dieser Wortstamm ist der griechischen, lateinischen und germanischen Sprache gemeinsam und hat zur Bezeichnung von Tieren, Pflanzen[26] u. a., wie auch zur Bildung männlicher und weiblicher Namen gedient: *'Ιουλω* ist ein Beiname der Demeter, Iulus der sagenhafte Stammvater der Römer (davon angeblich die Gens Julia) und Julr ein altnordischer Mannsname[27]. Auch Loblieder zu Ehren des Hermes und der Demeter, die nach Eratosthenes, Didymos, Athenäos u. A. von den griechischen Weibern beim Spinnen oder Backen gesungen wurden, sollen Julen[28] genannt worden sein:

Δευδαλιδας τευχουσα καλας ήειδεν ἰουλους,
Liebliche julische Lieder sie sang beim Backen der Fladen.

---

[24] Et in Aegypto nasci simili modo, et vocari sacal. Plin. N. H. XXXVII 11. — Bernstein findet sich auch anderwärts, doch nicht von der Güte und Schönheit des nordischen.

[25] Hermann, Griechische Monatskunde, 1844.

[26] *'Ιουλις, 'ιουλος*, iulis, iulus, Fisch, Vielfuß (Insekt), Blütenkätzchen, Flaumhaar. — Plin. N. H. XVI 52: Ferunt et avellanae iulos compactili callo.

[27] Synir Jular rikiu, „Die Söhne Juls des Mächtigen", beginnt die Inschrift eines Runensteins von Gram in Hadeland, Südnorwegen, abgebildet von Worm, Monumenta Danica, Kopenhagen 1643.

[28] Angeführt von Worm, Fasti Danici, Kopenhagen 1653, der den griechischen Vers so ins Lateinische überträgt:

Farque parans salsum scitos cantabat Iulos.

Theodoret, De materia et mundo, schreibt: Ne cantemus iulum Cereri, nec Baccho dithyrambum.

Die von den Sprachforschern früher versuchte Deutung des nordischen Jul aus an. hvel, ags. hveol, Rad, hat sich nach ihrem eigenen Geständnis[29] „als hinfällig erwiesen"; die Heimat des Wortes wird dort zu suchen sein, wo es noch heute im Gebrauch ist (schwed. jul, juldag, julmånad, julhelg u. dgl.).

Daß unser siebenter, nach altrömischer Zählung der fünfte Monat, Quinctilis, nach Julius Cäsar, dem Begründer des Kaiserreichs und Verbesserer der Zeitrechnung, benannt sei, wird zwar durch Sueton, Festus und Makrobius[30] bestätigt, doch hat schon Grimm im Hinblick auf den kyprischen *Ἰουλος*, den kleinasiatischen *Ἰουλαιος*, den delphischen *Ἰλαιος* die Vermutung[31] ausgesprochen, in Julius könnte ein „alter volkstümlicher Name", der längst vor Cäsar bestand, „erneuert" sein, und die Frage aufgeworfen: „sollte er (der nordische Julmond) nicht auch der Sommersonnenwende gerecht, d. h. nichts mehr und nichts weniger sein als der römische Julius?" Es hat allen Anschein, daß wir diese Frage bejahen dürfen, d. h. daß mit „Jul" ursprünglich beide Sonnwendmonate bezeichnet wurden. Eine solche Wanderung von Monatsnamen von Norden nach Süden läßt sich auch sonst nachweisen; so ist z. B. nach Plutarch (Theseus 20) der kyprische Gorpyaeos makedonischen Ursprungs.

Einen Zusammenhang zwischen Cäsar und dem nordischen Julfest nahm man auch im Mittelalter an, nur glaubte man, dieses trage seinen Namen dem großen Julius zu Ehren. Olaf Worm, der gewiß für die Vergangenheit seines Volkes begeistert war und dessen Bedeutung keineswegs unterschätzte, meint doch, die unbesiegten Dänen und Goten hätten mit Cäsar einen Friedensvertrag geschlossen und zu dessen Gedächtnis um die Zeit der Wintersonnenwende feierliche Spiele abgehalten, „quod pactum non solum servarunt sed et diem, quo haec peragebantur, Juledag, quasi diem Julii, vocarunt". Als Beweis führt er folgenden Reimspruch an:

---

[29] Schrader, Reallexikon der indogerm. Altertumskunde, Straßburg 1901.

[30] Sueton. Caes. 76: appellationem mensis e suo nomine . . . Festus: Julium, quod eo mense dicitur Julius natus . . . Macrob. Saturn. I 12: Quintilis potsea in honorem Julii Caesaris, legem ferente M. Antonio consule, Julius appellatus est. — Sueton lebte 150 Jahre nach Cäsar.

[31] Geschichte der deutschen Sprache, Leipzig 1848.

Omnes censum Caesari, praeter Gothos, dabant
Mandatis imperii soli reclamabant,
In honorem Julii Jul vel celebrabant, d. h.:

Alles machte zinsbar sich Cäsar, nur die Goten
Folgten nie des Römerreichs drückenden Geboten,
Doch zu Julius' Ehren auch dort Julfackeln lohten.

Die Wintersonnenwende, die Befreiung des belebenden Gestirns aus den Banden finsterer und feindlicher Gewalten, wurde fast im ganzen arischen Sprachgebiet mit ausgelassener Freude gefeiert. Man versteht nicht, meint zwar Schrader (Reallexikon der indogermanischen Altertumskunde), wie eine an sich so gleichgiltige Erscheinung wie die des kürzesten oder längsten Tages ... die Gemüter der Menschen hätte bewegen oder erregen sollen, fügt aber selbst hinzu, daß dies „in den nördlichsten Breiten", wo nach Prokop (B. G. II 15) die Einwohner nach langer und banger Winternacht Boten auf die Bergspitzen sandten, um nach der wiederkehrenden Sonne auszuspähen, „etwas anderes" gewesen sei. Nun, diese Sehnsucht nach der Sonne im Gemüt der Indogermanen ist eben auch ein Beweis für ihre nordische Herkunft. Daß es deutsche Gelehrte[32] gibt, die unsern Vorfahren sogar das Julfest und Weihnachten abstreiten, ist leider fast selbstverständlich.

Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß man schon vor Jahrhunderten die genaue Bekanntschaft der Nordländer mit Ebbe und Flut und deren Abhängigkeit vom Mond als Beweis für die nordische Entdeckung des Cyclus lunaris und somit auch des Sonnenjahrs angeführt hat. Die erste Kunde vom Anschwellen der Flut zur Zeit des Neumonds und Vollmonds hatte, wie ich in dem Vortrag[33] über „Pytheas und seine Nordlandsfahrt" ausgeführt

---

[32] Tille, Yule and Christmas, London 1899: „That in a region of such northerly expanse such a custom should evolve is almost as natural as it is impossible that it should arise in a region in which the sun never stays for forty-eight hours below the horizon. Therefore it can scarcely be said to contribute anything to our general knowledge of the Germanic division of the year, and we have rather to regard it as a singular curiosity than as a fact connected by the link of tradition with the common stock of Germanic lore. — Bilfinger, Untersuchungen über die Zeitrechnung der alten Germanen. II. Das germanische Julfest. Progr. d. Eberhard-Ludwigs-Gymn. Stuttgart 1901. Endergebnis: „Ein vorchristliches Julfest hat es nie gegeben".

[33] Besond. Beil. d. Staatsanz. f. Württemberg, Nr. 9 u. 10, 1904.

habe, dieser kühne Seefahrer aus dem Norden gebracht. Dem Angelsachsen Beda[34] verdanken wir die germanischen Ausdrücke für die Hochflut, Malina, und für die Tiefebbe, Liduna, altdänisch magle und liden, groß und klein. Fällt aber der Vollmond mit der Tag- und Nachtgleiche oder der Sonnenwende zusammen, so soll die Flut besonders hoch ansteigen, die regelmäßige Wiederkehr solcher Springfluten alle 19 Jahre aber den Mondkreislauf bestätigen; darauf haben schon Scaliger, Engelhard (Angelocrator) und, auf sie sich berufend, Worm[35] aufmerksam gemacht. Daß man in Nordeuropa die Flut zur Zeitmessung gebrauchte, geht auch aus einer Bemerkung Cäsars (B. G. V 13) hervor certis ex aqua mensuris breviores esse quam in continenti noctes videbamus.

Die Erd- und Himmelskunde der Nordvölker wird von verschiedenen Schriftstellern des Altertums gerühmt. So berichtet Cäsar (B. G. VI 14) von den gallischen Druiden, daß manche vornehme Jünglinge zwanzig Jahre in ihrem Unterricht zubrachten: „sie erörtern außerdem vieles über die Gestirne und ihren Lauf, über die Größe der Welt und der Erde, über das Wesen der Dinge, über die Macht und Befugnis der unsterblichen Götter und teilen es der Jugend mit“. Sie lehren, schreibt auch Strabo (IV 4), „die Seelen und die Welt seien unvergänglich“, und beschäftigen sich „außer mit der Naturkunde auch mit der Sittenlehre. Sie werden für die gerechtesten Männer gehalten, und darum überläßt man ihnen die Entscheidung in besonderen und öffentlichen Rechtshändeln“. Auch die Kelten, berichtet Pom-

[34] De sex aetatibus mundi. Giles, London 1843/4. — Daß auch in Nordfrankreich, offenbar infolge der normännischen Einwanderung, der Ausdruck Malina bekannt war, zeigt Palissy (Tract. de sale): „les temps de grandes Malignes, lors que la mer est en sa superbe grandeur“.

[35] Scaliger, De emend. temp II: Sed in pleniluniis amborum aequinoctiorum duae fiunt ingentes πλημμυραι, ad quarum observationem annum suum digesserunt (Saxones et Dani). Angelocrator, Doctrina de ponderibus et mensuris: In pleniluniis autem aequinoctiorum et solstitiorum solito validiores augmentationes et Malinas seu πλημμυρας ostendit mare, ex quarum observatione annum quoque solarem digestum cum lunae ratione conciliarunt, adeo ut quidam ad Oceani admirabiles αὐξομειωσεις periodum enneadecaetericam ab accolis observari tradant. Ol. Wormius, Fasti Danici I 11: haec ab illis proposita anni (solaris) forma a Danis et Anglis recepta videtur, antequam Julianum Calendarium a Romanis sunt mutuati.

ponius Mela (III 2), „haben ihre Beredtsamkeit und als Lehrer der Wissenschaft die Druiden. Diese behaupten, die Größe und Gestalt der Erde und des Weltalls, die Bewegung des Himmels und der Gestirne, sowie den Willen der Götter zu kennen. In vielem unterrichten sie die Edelsten des Volkes lange und heimlich." Dies wird auch durch Diodor (V 31) bestätigt. Plinius (N. H. XXX 4) dagegen meldet, daß unter Kaiser Tiberius die Schulen der Druiden, dieses „Geschlechtes von Sehern und Ärzten", aufgehoben worden seien; doch spricht noch Ammian (Amm. Marc. XV) von den Euagen (Euhages[36] oder Eubages), „die das Höchste und Erhabenste der Natur durchforschen".

Die Goten kannten, wie Jordan (Get. 11) mit Stolz hervorhebt, „die Lage der zwölf Himmelszeichen und die Bahnen der Gestirne durch dieselben, überhaupt die ganze Stern- und Himmelskunde: wie die Mondscheibe sich füllt und wieder abnimmt, um wie viel der feurige Sonnenball die Erde an Größe übertrifft, oder unter welchen Namen und Zeichen die 346 Sterne, am Himmelsgewölbe von Osten nach Westen sich bewegend, aufsteigen oder untergehen. Welche Willenskraft gehört dazu, wenn so heldenhafte Männer während der kurzen Waffenruhe sich den Wissenschaften widmen? Man konnte den einen die Lage des Himmels beobachten, den andern die Heilkräfte von Kräutern und Früchten erforschen, diesen des Mondes Wachstum und Hinschwinden, jenen den Lauf der Sonne verfolgen sehen, durch die Annahme beruhigt, daß sie, von der Drehung des Himmels[37] mit fortgerissen, nach Westen zurückkehre, nachdem sie gen Morgen geeilt war". Jordan, der im Eingang seines Geschichtsbuches die germanischen Goten mit den thrakischen Geten verwechselt und vermengt, führt zwar diese Wissenschaft auf die Lehren des Thrakers Dicineus zurück, aus dem angeführten Namen ihrer Gesetzbücher, Bellagines[38], geht aber hervor, daß es sich hier wirklich um die Goten

[36] Dies bisher unerklärte Wort könnte mit ahd. ewa, Recht, verwandt und wie ewart, Richter, Priester, gebildet sein.

[37] Diese zuerst von Anaximander (6. Jahrh.) in Worte gefaßte, von Ptolemäos verbesserte Anschauung beherrschte das ganze Altertum und Mittelalter bis auf Kopernikus und Kepler.

[38] In diesem entstellten Wort steckt jedenfalls das an. schwed. lag, Gesetz, vielleicht zusammengesetzt mit vel, got. vaila, gut. Ein von Sievers (Grundr. d. germ. Philol,) und anderen Germanisten angenommes bilageinos ist nicht zu belegen.

handelt. Sagt doch auch Olaf Magnus[39] von ihren in der alten Heimat zurückgebliebenen Nachkommen, daß sie ohne große Hilfsmittel, durch Vergleichung des Schattens u. dgl. „die Zeit wohl zu messen verstehen“ und „das Himmelsgewölbe mit seinen Sternbildern trefflich beobachten“.

Schon dem Urmenschen, der sich kaum über tierische Zustände erhoben hatte und dessen Verstand sich eben erst zu entwickeln begann, mußte der durch die Umdrehung der Erde eintretende Wechsel von Licht und Finsternis auffallend und wichtig erscheinen; denn da das menschliche Auge für das Tageslicht eingerichtet ist, war die Zeit der Helligkeit von selbst für das Nahrungsammeln, die der Dunkelheit zum Ausruhen bestimmt. Die Unterscheidung von Tag und Nacht war daher unzweifelhaft die älteste Art der Zeitteilung, der erste Anfang der Zeitrechnung. An den Fingern wurde jedenfalls ursprünglich eine Reihe von Tagen oder Nächten, soweit die Erinnerung reichte, abgezählt, später die Anzahl durch Kerben oder Ritzen auf Holz, Bein oder Stein im Gedächtnis festgehalten.* Während ungezählter Jahrtausende hat sich wahrscheinlich der Mensch mit dieser einfachsten Rechnung begnügt, bis die allmählich höher steigende Gesittung und die Anfänge gesellschaftlichen Lebens auch die Feststellung und Umgrenzung größerer Zeitabschnitte zum Bedürfnis machte. „So lange die Erde steht“, heißt es schon in der Genesis, „soll nicht aufhören Same und Ernte, Frost und Hitze, Sommer und Winter, Tag und Nacht“. Der Wechsel der Jahreszeiten mit ihrer für das menschliche Leben so wichtigen Verschiedenheit der Wärme und Fruchbarkeit mußte sich früh der Beobachtung aufdrängen und dem Gedächtnis einprägen. Doch sind diese Abschnitte ziemlich lang und unter den verschiedenen Himmelsstrichen von ungleicher Dauer.

„Es werden Lichter“, lesen wir in der mosaischen Schöpfungsgeschichte, „an der Feste des Himmels, die da scheiden Tag und Nacht und geben Zeichen, Zeiten und Jahre“. Von diesen Himmelslichtern zeigt das „kleinere“, die „Nacht beherrschende“, der Mond, so auffallende Unterschiede in seiner Erscheinung,

---

[39] Historia de gentibus septentrionalibus, Antverpiae 1562, Cap. 19: clarissime per experientiam temporum rationem metiuntur, Cap. 20: praeterea polum Arcticum mire observant, uti gnomonem totius coelestis horologii.

bald eine runde Scheibe, bald einen Halbkreis, bald eine Sichel mit zwei Hörnern, und zwar in so regelmäßiger Wiederkehr, daß er sich dem erwachenden Verstand von selbst als Zeitmesser[40] darbot. Die Zeit von einem Neumond bis zum anderen[41] wurde einfach als „Mond" oder mit einer Ableitungsendung als Monat (skr. mas, gr. μην, lat. mensis, got. menoths, ahd. manoth, lit. menesis, sl. meseci) bezeichnet. Nach Neumond und Vollmond zerfiel dieser Zeitraum von selbst in zwei, nach den Mondvierteln in vier Abteilungen von je sieben, bzw. acht Tagen. Hatte sich der Mondwechsel zwölfmal vollzogen, so befand man sich wieder in der gleichen Jahreszeit, d. h. der Tag hatte ungefähr dieselbe Länge und die Erde, je nach dem Kreislauf der Lebensentwicklung, das nämliche Aussehen. So kam der Mensch auf die Zwölfteilung und zerlegte auch Tag und Nacht in je 12 Stunden. Bei schärferer Beobachtung stellte sich aber bald heraus, daß mit dieser Rechnung die Jahreszeiten sich verschoben, daß von Zeit zu Zeit ein Ausgleich nötig war. Da nämlich zwölf Monde nur 354 Tage enthalten, blieb das Mondjahr hinter dem Sonnenjahr um elf Tage zurück. Die einfachste und nächstliegende Aushilfe war, in jedem zweiten Jahr einen Schaltmond von 22 Tagen einzuschieben. Die Erinnerung an diese Art der Zeitrechnung scheint sich ziemlich lange erhalten zu haben; wir lesen von ihr bei Herodot (II 3) als einer alten Gewohnheit der Hellenen, und Plutarch spricht davon in seiner Lebensbeschreibung des Königs Numa (18): „Numa berechnete, daß der Unterschied aus jener Ungleichheit elf Tage ausmache, weil das Mondjahr 354, das Sonnenjahr dagegen 365 Tage hat; indem er diese elf Tage verdoppelte, fügte er immer übers andere Jahr nach dem Februar einen Schaltmonat ein, der von den Römern Mercedonius genannt wird und 22 Tage zählt." Die Angelsachsen hatten, wie Beda[42] berichtet, diese Sitte noch in christlicher Zeit beibehalten: „ternos menses solares singulis

---

[40] „Der älteste Zeitmesser", schreibt Schrader (a. O. S. 976), „der idg. Völker war der Mond." Wir dürfen wohl sagen, aller Völker, die nach dem Sonnenlicht schon Tag und Nacht zu unterscheiden wußten.

[41] Die eigentliche Umlaufszeit des Mondes, der siderische oder tropische Monat, beträgt nur 27,32 Tage. Für die Zeitrechnung kommt aber nur die Zeit von einem Mondalter zum andern, der synodische Monat mit 29,53 Tagen, in Betracht.

[42] De temporum ratione, c. 13. Op. ed. Giles, London 1843/4.

anni temporibus dabant, cum vero embolismus, hoc est XIII mensium lunarium annus, occurreret, superfluum mensem aestati apponebant, ita ut tunc tres menses simul Lida[43] nomine vocarentur, et ob id annus thrilidus cognominabatur, habens quatuor menses aestatis . . .

Eine wesentliche Verbesserung war die nach Herodot schon den Ägyptern bekannte Einteilung des Jahres in zwölf Monate von je 30 Tagen, wobei aber immer noch jährlich oder in bestimmten Zwischenräumen einige Tage eingeschaltet werden mußten. Auch von diesem verbesserten Mondjahr finden sich Spuren bei den Nordgermanen. „Cum enim", heißt es in der Rimbegla[44], „annus vetus Norvegorum diebus trecentis sexaginta quatuor constaret, quem numerum septenarius metitur, et singulos menses tricenarios haberet . . ." Nicht mit Unrecht haben manche Forscher, wie Vigfusson[45] und Weinhold[46] daraus geschlossen, daß in Nordeuropa dem 364tägigen Jahr ein solches von 360 Tagen, drei germanischen „Großhunderten", vorangegangen sei. Daß noch in der Heidenzeit beide mit dem Sonnenjahr in Einklang gebracht wurden, erzählt Ari der Weise (Frodi) im 4. Abschnitt seines Isländerbuchs[47]: „Damals berechneten die weisesten Männer im Lande das Doppel-Misseri[48] zu 364 Tagen, das sind 52 Wochen oder 12 Monate zu je 30 Nächten und vier Tage darüber. Nun merkten sie am Sonnenlauf, daß sich der Sommer immer mehr gegen das Frühjahr zurückverschob". Durch einen Traum ermutigt, machte auf einer Volksversammlung um die Mitte des 10. Jahrhunderts ein gewisser Thorstein den Vorschlag, „in jedem

---

[43] Sie hatten auch im gewöhnlichen Jahr zwei Sommermonate dieses Namens, Junius Lida, Julius similiter Lida. Beda leitet den nach Grimm sicher „uralten" Namen vom ags. lidh, lind, oder lid, Schiff, ab (Lida dicitur blandus sive navigabilis), doch bedeutet er vielleicht ursprünglich „klein", d.h. von nur 22 Tagen, dän. liden.

[44] Rymbegla, sive rudimentum Computi ecclesiastici veterum Islandorum, ed. Stephanus Björnonis, Havniae 1780.

[45] Corpus boreale poëticum I 429. Oxford 1883.

[46] Altnordisches Leben, Berlin 1856.

[47] Islendinga-bok Ara prests. In der Sammlung Islendinga sögur I, Kaupmannahöfn 1829.

[48] Dies bisher nicht erklärte Wort (ags. missar) denke ich mir aus mithjeri (got. jer, Jahr, und midja, Mitt., lat. dimidium, Hälfte) entstanden; ähnlich gebildet sind Mittag, Mittnacht (Mitternacht ist der Dativ), Mittsommer, Mittwinter, Mittwoch.

siebenten Jahr eine Zuschlagswoche" einzuschalten, was sofort zum Gesetz erhoben wurde. Diese Schaltwoche, die jeweils dem Sommer zugefügt wurde und daher „Sommerzuschlag" (sumarauki. auch aukanätr oder lagningarvika) hieß, galt nach der Überlieferung allgemein als Erfindung Thorsteins[49] und hatte den Vorzug, die Verschiebung der Jahreszeiten zu verhindern und doch die Wochenrechnung, die Teilbarkeit der Jahrestage durch sieben festzuhalten.

Die „Bedenken" und „Schwierigkeiten" Bilfingers[50] gegenüber dieser Überlieferung, „die von jeher für die ganze Theorie von einem besonderen altnordischen Jahr die erste und wesentliche Grundlage gebildet hat", kann ich nicht teilen und finden. Aber freilich, dieser Forscher hat ja bedauerlicherweise eine große Menge von Arbeit aufgewendet, um „die glaubhafte Überlieferung" der Nordländer „als eine Täuschung" hinzustellen und ihnen eine eigene Zeitrechnung, mit Ausnahme „der natürlichen Monate", abzusprechen.

Ein beredtes Zeugnis von der nordischen Jahreseinteilung und Zeitrechnung geben die Runenkalender, deren ältestbekannte zwar kaum über das 14. Jahrhundert zurückgehen, deren Gebrauch aber, da sie zumteil „noch die alten Runen tragen", auch nach Bilfinger wahrscheinlich „so alt ist, wie die Einführung des julianischen Kalenders selbst". Als aber das Christentum bei den nordgermanischen Völkern Eingang fand — vom 10. Jahrhundert an, sein Sieg war erst im 12. entschieden —, waren die alten Runen längst außer Gebrauch und durch die spätnordischen ersetzt, und schon daraus geht hervor, daß diese merkwürdigen Denkmäler altnordischer Gesittung und Wissenschaft älter sein müssen als die Einführung des Christentums. Sie bilden daher die beste Grundlage unsrer weiteren Betrachtungen über „altgermanische Zeitrechnung" und mahnen uns, vor allem eines Mannes zu gedenken, mit dem ich mich in doppelter Hin-

[49] Landnamabok, c. 23, Laxdälasaga, c. 6: Thorstein Surtr er fann sumarauka.

[50] Untersuchungen über die Zeitrechnung der alten Germanen. I. Das Altnordische Jahr. Stuttgart 1899. — Vgl. auch den von ihm bekämpften gelehrten, aber seiner Einbildungskraft allzusehr die Zügel schießen lassenden Finn Magnusen, Specimen Calendarii gentilis veterum Gothorum etc. 3. Band von Edda Saemundar hins Froda, Havniae 1828.

sicht geistesverwandt fühle und dessen berühmte Fasti Danici[51] das bahnbrechende Hauptwerk auf diesem Gebiet bilden, eine „schier unerschöpfliche Fundgrube", nach Schnippels (a. O.) treffenden Worten, für alle späteren Bearbeiter. Olaf Worm, lateinisch Olaus Wormius, geboren 1588 in Aarhus, gestorben 1654 in Kopenhagen, hat auf deutschen Hochschulen, Marburg, Gießen, Straßburg und Basel, zuerst Theologie und alte Sprachen, später Medizin studiert und große Reisen durch Italien, Frankreich, England und die Niederlande gemacht. Schon im Jahr 1613 wurde er Professor in Kopenhagen und zwar zuerst der schönen Wissenschaften und der griechischen Sprache, erst später, 1624, der Medizin,[52] Leibarzt des Königs und Mitglied der Akademie. Obwohl ein vielgesuchter Arzt und akademischer Lehrer der Heilkunde, fand er doch noch Zeit für eingehende Beschäftigung mit der großen Vorzeit seines Volkes und verdient beispielsweise, neben dem Schweden Johann Bure,[53] dem Lehrer Gustav Adolfs, als Begründer der Runenforschung genannt zu werden.

Morborum terror, Wormi, domitorque minacis
Languoris, Medicae gloria magna scholae,
Nominis extendis famam et praeclara trophaea
Erigis, haud ullo corruitura die.

Schrecken der Krankheit, Worm, und Besieger bedrohlichen Siechtums,
Bist Du der Hochschul' Stolz, Zierde der ärztlichen Kunst.
Aber noch weiter verbreitet den Ruhm deines Namens, errichtet
Hast Du ein Denkmal dir, nicht von vergänglicher Art.

Mit diesen wohlberechtigten Worten begrüßte den als Arzt wie als Altertumsforscher gleich hervorragenden Mann einer seiner Amtsgenossen, der Theologe Brochmand, nach Vollendung seines Werkes über die dänischen Runenkalender.

Solche Jahrstäbe (arstaf) oder Zahlstöcke (rimstock) waren, besonders vor der Erfindung der Buchdruckerkunst, im germanischen Norden, aber auch in anderen Ländern, in Deutschland,

---

[51] Fasti Danici, universam temporis computandi rationem antiquitus in Dania et vicinis regionibus observatam tribus libris continentes. Hafniae 1643.

[52] In der Anatomie ist sein Name durch die Wormschen Knochen, ossicula Wormiana, verewigt.

[53] Johannes Bureus, geb. 1568, gest. 1652. Runakänslones Lärospan, h. e. Elementa runica. Upsala 1599.

England, Frankreich als Hilfsmittel für die Zeitrechnung und zur Bestimmung der beweglichen Feste sehr verbreitet. Einige Abildungen dieser „immerwährenden Kalender" bei Worm, Liljegren,[54] Frati,[55] Schnippel, Magnusson[56] mögen Ihnen, meine Herren, eine Vorstellung von ihrer Beschaffenheit und Einrichtung geben. Zum erstenmal erwähnt werden sie in der berühmten „Geschichte der nordischen Völker" des Erzbischofs von Upsala, Olaf Magnus,[57] die auch schon eine bildliche Darstellung enthält. Die begleitenden Worte sind so merkwürdig, daß eine sinngemäße Übersetzung des mittelalterlichen Lateins geboten scheint: „Wie nach lateinischen und griechischen Schriftstellern", heißt es dort im 20. Kapitel des ersten Buches, „die Goten im Waffenwesen und in allen kriegerischen Dingen ausgezeichnete Erfahrungen und Kenntnisse besaßen, so sagen die gotischen

[54] Run-Lära, Stockholm 1832. Vom gleichen Verfasser auch Runstafven och dess sinnebilder etc., Stockholm 1829.

[55] Di un Calendario Runico della Pontificia Università di Bologna. 1841. — Der Kalender stammt aus Frankreich und trägt die Jahrzahl 1514 sowie die Inschrift Moisi Anthoinne Porlet; Simon Vincent de Macom.

[56] On a runic calendar found in Lapland in 1866. Cambridge, at the University press, 1878.

[57] Historia de gentibus Septentrionalibus, authore Olao Magno, Gotho, Archiepiscopo Upsalensi etc. Antverpiae 1562. Prim. ed. Romae 1555. Quemadmodum Latini et Graeci authores asserunt, Gothos in armis et militaribus disciplinis consummatam habere experientiam et cautelam, ita et Gothici scriptores aiunt, eos domi forisque multarum et utilium rerum tenere notitiam et experientiam, ac praesertim astrorum scientiam, qua plurimum possint divinare futura, prout his annexa figura in parte demonstrat. Cernitur hic homo senex atque adolescens, baculum Gothicis characteribus insignitum habentes, tali ratione iusculptum, ut videatur, quibus instrumentis vetustissimo tempore, dum librorum usus non esset, lunae solisve et caeterorum syderum virtutes et influentias infallibili eventu cognoverint, prout hoc tempore fere incolae omnes agnoscunt. Baculus itaque humana longitudine formatus, utroque latere numero hebdomadärum anni, pro qualibet hebdomada Gothicas literas septem habens, quibus aurei numeri et literae dominicales (post acceptum Christianismum) patria voce ac figuris distinguuntur. Nec aliis libris multiplici temporum circulo in astrorum interpretationibus utuntur. Caeterum parentes filios suos laïcos, imo mater filias vel domi feriatis diebus vel in accessu Ecclesiarum, ita instruunt, ut non minus eruditione quam experientia artis indies efficiantur perfectiores. Vetusta enim gentis consuetudo, baculis his rurales Ecclesias visitando in prolixis itineribus laïci se sustentant, atque pariter convenientes, certis adductis rationibus, veriores venturi anni indicant qualitates . . .

Geschichtschreiber, sie hätten auch daheim und auswärts gute Kunde von vielen nützlichen Dingen, ganz besonders von den Gestirnen, vermöge deren sie oft die Zukunft erraten könnten, wie obenstehende Abbildung zeigt. Man sieht hier einen Greis und einen Jüngling, die einen mit gotischen Buchstaben versehenen Stab in Händen halten, so geschnitzt, daß zu ersehen, mit welchen Hilfsmitteln man in ältester Zeit, als es noch keine Bücher gab, die Kräfte und Wirkungen des Mondes, der Sonne und der übrigen Gestirne in unfehlbarer Weise kennen lernte, wie dies auch heute noch alle Landbewohner tun. Der Stab von menschlicher Leibeslänge trägt auf beiden Seiten für jede Woche des Jahres sieben Buchstaben und andere Zeichen, mit denen die sogenannten goldenen Zahlen und — nach der Einführung des Christentums — die Sonntagsbuchstaben unterschieden werden. Andere Bücher brauchen sie im wechselvollen Lauf der Zeiten zum Verständnis der Gestirne nicht. So lehren die Väter ihre unkundigen Söhne, so die Mütter die Töchter, entweder zu Hause an freien Tagen oder beim Kirchgang, daß sie durch Unterweisung und Erfahrung immer ausgebildeter in der Kunst werden. Denn es ist eine alte Gewohnheit des Volkes, auf solche Stäbe bei den langen Wanderungen zur Kirche sich stützend, beim Zusammenkommen nach bestimmten Grundsätzen zu erwägen, was wohl das kommende Jahr bringen werde . . ."

Um sie bequem zur Hand und immer vor Augen zu haben, wurden diese Volkskalender auf allen möglichen Gegenständen und Geräten des täglichen Gebrauchs[58] angebracht, so außer auf Gehstöcken auch an Schwertscheiden, Speerschäften, Axt- und Peitschenstielen, Maßstäben, Mangelhölzern, Schränken, Laden, Tragbalken, Türpfosten u. dgl., manchmal auch in Buchform (daher rimeböcker) auf Holz- oder Beinblättchen,[59] die sich leicht einstecken und entweder fächerartig entfalten oder buchartig auf-

[58] Ebenso wurde auch die Runenreihe auf Waffen, Schmucksachen u. dgl. angebracht, um jederzeit als Hilfsmittel beim Lesen oder Abfassen einer Inschrift dienen zu können.

[59] Diese Art der Anfertigung wird von Worm „tessellatim" genannt, von tesserulae, Täfelchen. Solche „Tesslen" sind zum Rechnen, Vertragschließen u. a. noch heute im Vispertal im Gebrauch. Im Archiv des englischen Parlaments sollen zu Anfang des vorigen Jahrhunderts noch viele derartige hölzerne Urkunden vorhanden gewesen sein, die man dann als „unnütz" verbrannte.

klappen ließen. In der Altertümersammlung der Universität von Lund sah ich vor kurzem einen solchen Runenkalender auf einem hölzernen Schwert, das mich lebhaft an die durch einen Handgriff in eine Hiebwaffe verwandelte Sensenklinge des Dresdener Johanneums erinnerte. Wenn ich recht weiß, wird diese gewöhnlich mit einem Anführer im Bauernkrieg, und zwar mit Thomas Münzer, in Verbindung gebracht, doch zeigen auf der genauen Abbildung[60] Heiligennamen (z. B. des schwedischen Königs Erich) und Gestalt der Runen, daß sie aus Schweden stammt uud wahrscheinlich von einem Soldaten im dreißigjährigen Krieg getragen wurde. Ganz besonders beliebt als Träger eines immerwährenden Kalenders war der tägliche Begleiter auf kurzen und weiten Gängen, der Handstock, und es sei mir daher gestattet, die ihn verherrlichenden Verse des Johann Loccenius,[61] geb. 1597 zu Itzehoe, gest. 1677 als Professor in Upsala, hier anzuführen:

Quos aliis fastos signat numerosa papyrus,
Comprendit baculus, quem tenet una manus.
Simplicis illud opus non simplex crede coloni,
Annos quo notat et computat ipse dies,
Quando recens oritur vel deficit atque coactis
Cornibus in plenum menstrua luna redit,
Et quae tam soleant festorum figere certo
Tempore, quam gressum sueta movere, tenet.
Quid? sese baculus commendat Runicus usu
Duplice, dum rector temporis atque pedum.

Was auf zahlreichen Blättern papierner Kalender zu finden,
All das kündet der Stab, hält eine einzige Hand.
Dieses fürwahr nicht einfache Werk eines einfachen Bauern
Hilft ihm zu merken das Jahr und zu berechnen den Tag,
Auch wann der Mond sich erneuet und wann er dann wiederum abnimmt,
Wann sich zum Vollmond drauf rundet sein doppeltes Horn,
Alles erklärt er genau, die nicht sich verschiebenden Feste,
Wie auch solche, die stets wechseln im Wandel der Zeit.
Traun, dir gereichet der Stock mit den Runen zu zwiefachem Nutzen,
Lehrt dich erkennen die Zeit, leitet den eilenden Fuß.

Im 17. Jahrhundert, zur Zeit von Loccenius, waren solche „Jahrstäbe" noch in den Händen vieler Bauern, die sie nicht nur

[60] Berichte der Königl. Sächs. Gesellsch. d. Wissenschaften, phil.-hist. Klasse 1887, Schnippel, Über das Runenschwert des königl. hist. Museums zu Dresden.

[61] Antiquitatum Sueogothicarum libri tres, 1650, IV edit. Francoforti 1676.

kunstreich selbst zu schnitzen verstanden, sondern auch „so genau wie ihre Finger kannten“ (qui signa illorum non modo scipionibus artificiose insculpere sciunt, sed etiam tam exacte quam digitos suos norunt). Nach ihnen richtete sich die ganze Feldarbeit, und wann die richtige Zeit zum Pflügen, Säen, Ernten war, wußte mit ihrer Hilfe jedes Kind:

> Tempora, quae messor, quae curvus arator haberet,
> Hoc quibat parvus indice scire puer.[62]

Von der sinnreichen Anordnung und der gedrängten Fülle des Inhalts dieser Kalender können wir uns am leichtesten durch das Beispiel eines der bestgearbeiteten und bestbeschriebenen (durch Schnippel), nämlich des Runenstocks der Oldenburger Sammlung, überzeugen. Von dem dicken Ende des 134 cm langen Stabs aus Zwetschgenholz ziehen sich nach dem dünneren bis zu $^3/_4$ der Länge sechs gleichlaufende Streifen, die ganze Rundung füllend und aus zwei Hälften so zusammengesetzt, daß sie drei in 12 gleiche Abschnitte geteilte Streifen bilden, von denen der obere allerlei Bilder, die beiden unteren Reihen von Runen enthalten. Die 12 Abschnitte sind durch Kreise mit doppeltem Umfang bezeichnet, die innen Sonne und Mondsichel, im oberen und unteren Randband dagegen römische Zahlen in verschiedener Anordnung enthalten. Die Zwölfteilung zeigt uns sofort, daß wir es mit den Monaten zu tun haben, und die sehr deutlichen Darstellungen des obersten Streifens versinnbildlichen die Arbeiten, Pflug, Egge, Sense, Heugabel, Dreschflegel, Melkkübel, Fischnetz, Jagdspieß, Pfeil, aber auch die Feste, Krone, Kreuz, Schlüssel, Bischofsstab, und die Freuden, Kanne, Trinkhorn, Schlitten, Schiff, Rind, Gans, des Jahres. Die römischen Zahlen der Kreisbänder — nur Einer und Zehner, gefällig nach dem Gleichmaß angeordnet — geben sechsmal, oben und unten zusammengerechnet, 24, im März und September zu gleichen Teilen von je 12, und sind dadurch ohne weiteres als Verhältniszahlen der Tag- und Nachtlängen, oben durch die Sonne, unten durch den Mond bezeichnet, zu erkennen. Januar, April, Mai, Juli, August, November drücken das Verhältnis nicht in ganzen Stunden, sondern in genauerer Ausrechnung[63] durch Brüche aus und zwar durch $\frac{16}{27}$

[62] M. Stephanus Johannis F. ad. Ol. Wormium, Fasti Danici.

[63] Die Verhältniszahlen beziehen sich in dieser Genauigkeit immer auf den 21. Tag jedes Monats.

im ersten und letzten, $\frac{24}{19}$ im zweiten und fünften, $\frac{26}{17}$ im dritten und vierten der genannten Monate. Daß der längste Tag im Juni 18, der kürzeste im Dezember nur 6 Stunden hat, stimmt zu einer geographischen Breite von 58° 25′, trifft daher für das mittlere Schweden in der Gegend von Nyköping zu. Da sich, nach Schnippels Worten, die gleichen Angaben in den meisten mittelalterlichen Kalendern finden, „selbst wenn dieselben für viel südlicher gelegene Gegenden bestimmt sind“, so ist dies ein schwerwiegender Beweisgrund für ihren nordischen Ursprung.

Die beiden unteren Streifen sind durch Runen ausgefüllt, der mittlere in fortlaufender Reihe, der andere mit Zwischenräumen, die aber nicht größer als ein einzelnes Runenzeichen sind. Im ersteren kehren in der gleichen Reihenfolge dieselben 7 Zeichen wieder, die ersten der nordischen Runenreihe[64], und zwar 52mal mit einem überschüssigen; es ist daher klar, daß sie die Wochentage[65] eines gemeinen Jahrs von 365 Tage bezeichnen, die in gleicher Weise wie noch jetzt auf die 12 Monate verteilt sind. Wir haben es also mit der seit nahezu zwei Jahrtausenden geltenden Jahreseinteilung, mit dem im Jahr 45 v. Chr. durch Cäsar eingeführten „Julianischen Kalender“ zu tun. Das untere Runenband enthält 19 verschiedene Zeichen, die 16 des spätnordischen Futhork und drei auch sonst meist als Zahlzeichen gebrauchte Doppelrunen, al mm thth, also die Zahlen 1—19, wodurch ihre Beziehung zum neunzehnjährigen Mondkreislauf sofort in die Augen springt. Auch diese Zahlen wiederholen sich in regelmäßiger Reihenfolge, und zwar mit Abständen von je acht,[66] 9 17, 6 14, 3 11 19, 8 16, 5 13, 2 10 18, 7 15, 4 12, u. s. f. Es sind die „goldenen Zahlen“ (numeri aurei), die angeben, daß beispielsweise in jedem 9. Jahr eines Mondkreislaufs Neumond auf den 1. Januar, 1. Februar, 2. März usw. fällt; man nannte sie daher im Altschwedischen außer gyllental auch primstaf von Prima Luna. War nun Neujahr

---

[64] Sie wird nach den 6 ersten Zeichen Futhork, gemeingermanisch Futhark, ähnlich wie unsere Buchstaben Abc oder Alphabet, genannt.

[65] Wenn Schnippel dies eine „irrtümliche Behauptung“ nennt, so meint er damit nur, daß die Runen nicht in jedem Jahr die gleichen Tage bedeuten.

[66] Im gleichen Monat rücken die Monderscheinungen von Jahr zu Jahr entweder um 19 bzw. 20 Tage vor oder gehen, wenn dies nicht möglich, um 12 zurück; der Unterschied 8 steht demnach ebenfalls in Beziehung zum Cyclus lunaris.

der erste Tag nach Neumond, so zählte man von da bis zum ersten Sonntag, und die entsprechende Rune des oberen Bandes, z. B. Ur (unser B nach der Stellung im Alphabet) war dann der „Sonntagsbuchstab“ (litera dominicalis) des Jahres, d. h. alle mit Ur bezeichneten Tage waren Sonntage, die mit Thurs (C) Montage, die mit Oss (D) Dienstage usw.

Gäbe es keine Schalttage, so würden immer in 7 Jahren die überschüssigen Tage eine Woche ausmachen und die Wochentage müßten nach Umlauf dieser Zeit wieder auf das gleiche Datum fallen; da aber auch die Schalttage wieder eine neue Woche bilden müssen, dauert es 7 mal 4, d. h. 28 Jahre, bis dies zutrifft. Im Gegensatz zum Cyclus lunaris hat man diesen Zeitraum Cyclus solaris (an. solcykl) genannt. Die christliche Zeitrechnung zählte die Mondzyklen vom Jahr 1, die Sonnenzyklen vom Jahr 9 v. Chr. einem Schaltjahr,[67] an. Dafür hatte man den Merkspruch:

Annis adde novem domini, partire per octo et
Viginti: cyclus sic tibi notus erit.

Auch gab es zur Erleichterung der Berechnung besondere Tabellen, sog. „Ostertafeln“, wie sie schon in Worms grundlegendem Werk (Fasti Danici) abgebildet[68] sind. Am untern Ende des Oldenburger Runenstabes befinden sich noch 6 kleinere Runenbänder, von denen eines den erwähnten Sonnenzyklus darstellt, die andern die Aufgangs- und Untergangszeit der Sonne für die einzelnen Monate und die Ostervollmonde für eine bestimmte Zeit angeben. Damit dem Ernst auch der Scherz nicht fehle, ist unten noch ein im Norden beliebtes Spiel, mit dem man sich die langen Winternächte zu verkürzen pflegte, das „Petersspiel“, Sankt Peders Lek, beigefügt.

Unser Stab zeigt uns demnach den Runenkalender in seiner „höchsten und reichsten Ausgestaltung“ (Schnippel), gehört zu den jüngsten seiner Art und stammt nach verschiedenen Anzeichen aus der Zeit nach der Berichtigung und Verbesserung dieser Kalender durch Graf Ehrenpreuss, Digelius, Krook

---

[67] Die Schaltjahre vor Christi Geburt haben ungerade Zahlen, 1, 5, 9 u. s. f.

[68] Vgl. auch Piper, Karls des Großen Kalendarium und Ostertafel, Berlin 1858.

u. A.[69], d. h. aus dem 18. Jahrhundert. Dabei stimmt er aber in seiner Grundanlage durchaus mit den ältesten überein, hat sehr viel Altertümliches bewahrt und spiegelt gewissermaßen „die ganze Entwicklungsgeschichte des runischen Kalenders" wieder. Die sehr schön und deutlich eingeschnittenen Runen erinnern an die ältestbekannte Gestalt derselben, und die über vielen Tagen angebrachten Kreuzchen, zumteil nur mit einem Arm, bezeichnen meist noch die katholischen Feiertage, dabei aber auch am 6. November, durch ein Szepter kenntlich, den Todestag Gustav Adolfs. Obwohl demnach auch die Runenkalender mit der Zeit fortgeschritten sind, halten sie doch, wie man sieht, ungemein streng am Hergebrachten fest, was sich daraus erklärt, daß manche von ihnen sich wohl durch Jahrhunderte im gleichen Geschlechte vererbt haben, dass die neuen immer wieder nach dem Vorbild der alten verfertigt wurden. Waren sie doch, vor der Erfindung und Verbreitung des Buchdrucks, den Nordländern unentbehrlich: „quibus docent", schreibt Olaus Magnus (XVI 1) „disputant, interrogant et concludunt lunares coniunctiones et oppositiones ac cursus, festa mobilia et fixa; pariter et signa dierum infallibili experientia, quasi e libro declarata legerent, exponuntur et interpretantur." Muster und Vorbilder wurden an geweihter Stätte, in den Kirchen, z. B. in Nidaros[70], heute Drontheim, aufbewahrt, und es ist mehr als wahrscheinlich, dass dies schon in den Heidentempeln der Fall war, daß von jeher die Priester als Lehrmeister solcher Wissenschaft galten.

Wann aber — diese Frage ist nun zu beantworten — sind die ersten Runenkalender im Norden entstanden, haben wir sie

---

[69] Vergl. Liljegren, Run-Lära und Monumenta Runica, Stockholm 1832 u. 1834.

[70] Fasti Danici I 6: Retulit vir quidam literatus et honestus, se a rustico quodam in hoc negotio versatissimo, unde hanc scientiam hausisset et a quibus ad ipsum haec temporum computandi ratio delata esset, expiscatum esse: qui respondit, avum suum paternum a monacho quodam haec didicisse ac maiores suos narrasse, fastos quos ab ipsis in se derivatos tenebat, iuxta archetypum vetustissimi cuiusdam libri in Nidrosiensi ecclesia asservati confectos esse. Huius autem libri autorem ante centenos aliquot annos vixisse addebat. Ex quibus de factis, prout iam conspiciuntur, locutum esse eum satis apparet. Hi etenim ad exempla vetustiorum etiamnunc a rusticis nostris fabricantur.

nur, wie Kästner[71] gemeint hat, als Übersetzungen christlicher Mondkalender „ins Runische" zu betrachten oder dürfen wir ihnen einen vom Christentum unabhängigen Ursprung, der selbstverständlich spätere Verbesserungen nicht ausschließt, zuschreiben?

Gerade wie in der Runenfrage im allgemeinen, so stellt sich bei eingehender und vorurteilsfreier Untersuchung auch auf diesem Sondergebiet heraus, daß die nordischen Schriftsteller des 16. und 17. Jahrhunderts, Magnus, Bureus, Worm, Loccenius, Wexionius[72], Rudbeck, Stjernhjelm, Verelius[73], die nach Schnippels Worten „in dem Runenstabe Beweis und Überbleibsel einer uralten Kultur" sahen, keineswegs durch „ein hochgesteigertes Nationalgefühl oder in einer patriotisch gefärbten Gelehrsamkeit" nur in Hirngespinsten sich verloren haben, sondern daß ihre Ansichten trotz manchen Übertreibungen und Irrtümern doch einen gesunden Kern enthalten. Den entgegengesetzten Anschauungen des 18. und 19. Jahrhunderts, die infolge falscher Voraussetzungen die Nordvölker für rohe Wilde hielten, die alle und jede Kenntnis und Gesittung der Berührung mit der klassischen Welt und durch sie mit dem Morgenlande verdanken, dürfen wir heute auf Grund besserer, besonders durch die naturwissenschaftliche Rassenforschung erlangter Einsicht mit den schon über 300 Jahre alten Worten Scaligers begegnen: „Nicht alle Weisheit war bei den Chaldäern oder im Orient zu Hause, auch die Menschen des Westens und des Nordens waren folgerichtig denkende Wesen".

Es wäre ein „wunderbarer Zufall", ja „einfach undenkbar", meint Schnippel, und er befindet sich damit in Übereinstimmung mit hervorragenden nordischen und deutschen Gelehrten, Strömer, Fryksell[74], Kästner, Ideler[75] u. A., wenn im

---

[71] „Beschreibung eines runischen Kalenders, welcher sich auf der Leipziger Ratsbibliothek befindet", in der Sammlung einiger ausgesuchter Stücke der Gesellschaft der freyen Künste zu Leipzig III 20, 1756.

[72] Expitome descriptionis Sueciae, 1650.

[73] Hervarar Saga und Manuductio compendiosa ad Runographiam, Upsalae 1672 und 1675.

[74] Kort och tydelig Underwisning, huru man skal förstå och bruka Runstafven, Upsala (3 Auf. 1748.) De antiquitate Calendarii Runici. Dissert. Holmiae 1758.

[75] Über das Alter der Runenkalender, Abhdlg. d. Akad. d. Wissensch. in Berlin, hist.-phil. Klasse, 1829.

Norden eine völlig selbständige und doch so ganz übereinstimmende Erfindung des immerwährenden Mondkalenders mit den ebenfalls übereinstimmenden Voraussetzungen der selbständigen Entdeckung des 19jährigen Mondzyklus, der gleichen Normaljahre, des gleichen Anfangs unter 365 Tagen und der gleichen Einteilung dieser 365 Tage durch die Siebenzahl" stattgefunden hätte: „es wird daher wohl", fügte er hinzu, „dabei bleiben müssen, dass die Nordländer erst nach ihrer Bekehrung zum Christentum jenes Hilfsmittel der christlichen Festrechnung erhielten und ihrerseits demselben nur seinen runischen Ausdruck verliehen". Nach der Erzählung des Hekatäos handelt es sich aber, wie wir gesehen haben, gar nicht um eine doppelte Entdeckung des großen Mondjahrs, des Tunglet aulld der Skandinavier, sondern diese Kunde stammt ursprünglich aus dem Norden und hat sich teils durch die Wanderungen der stammverwandten Völker, teils durch freundschaftliche Beziehungen mit der Götterverehrung, der Buchstabenschrift und andern Kulturgütern verbreitet. Das altgermanische Jahr hatte ursprünglich gar nicht 365, sondern wahrscheinlich zuerst nur 354 (= 12 Mondumläufe), später 360 (= 12 Monate zu je 30, oder drei Großhunderte) und erst infolge wiederholter Verbesserungen 364[76], (= 52 Wochen), zuletzt 365, bzw. 366 Tage. Von solchen Berichtigungen aus christlicher Zeit stammt auch der Anfang des bürgerlichen Jahres am 1. Januar (die älteren Runenkalender beginnen mit dem Julfest, dem längsten Tag, dem Sommer- oder Winteranfang) und die Zählung der 19- und 28jährigen Kreisläufe vom Jahr 1, bzw. 9 v. Chr. Daß aber die Berechnung der beweglichen Feste nach den Mondęrscheinungen erst von der christlichen Kirche eingeführt sei, ist eine nicht zu beweisende Behauptung; es spricht vielmehr manches dafür, daß schon in vorchristlicher Zeit nach Vollmond und Neumond die Zeit bestimmt wurde, nicht nur bei den Germanen, sondern auch bei andern arischen Völkern. Die Römer z. B. setzten nach Plutarch (Marius 26) die Sommersonnenwende auf den dritten Tag vor dem Neumond des 6. Monats[77], ganz nach der

---

[76] Vergl. Magnusson (a. O.)

[77] Dass Plutarch dafür den Sextilis oder Augustus nennt, ist wohl eine Verwechslung des alten mit dem neuen Jahresanfang, denn die Sonnenwende muß ja in den Juni fallen. Die Schlacht an der Allia fiel auf den

Art späterer christlicher Festberechnung, den König Ariovist verkündeten (Caes. B. G. I. 50) seine Wahrsagerinnen, er könne nicht siegen, wenn er „vor dem Neumond“ sich auf eine Schlacht einlasse, und die Germanen hielten ihre ordentlichen Volksversammlungen nach Tacitus immer zur Zeit des Neumonds oder des Vollmonds ab. In kluger Berechnung verlegten auch die christlichen Priester ihre Hauptfeste auf die schon im Heidentum bei den nordeuropäischen Völkern beliebten, heilig und hoch gehaltenen Feiertage, die Geburt des Herrn[78] auf den Anfang der „geweihten Nächte“ nach der Wintersonnenwende, der Wiederkehr des Sonnengottes, die Auferstehung auf das altgermanische Frühlings- oder Osterfest, mit dem das Wiedererwachen der Natur begrüßt wurde, am Vollmond nach der Frühlingstagundnachtgleiche (nur die Verlegung auf den Sonntag ist eine christliche Zutat), die Ausgießung des Heiligen Geistes auf das germanische Sommerfest, das wahrscheinlich ursprünglich am dritten Vollmond nach der Tagundnachtgleiche gefeiert und später, nicht vor dem 4. Jahrhundert, in Anlehnung an das jüdische Erntefest auf den 7. Sonntag nach Ostern verlegt wurde. Der 7. Sonntag vor Ostern, Estomihi, der letzte vor den Fasten, die „Herrenfasnacht“, dän. Fleskesondag, ist übrigens auch von Bedeutung für das Volksleben; am vorangehenden Donnerstag war die „Weiberfasnacht“, und er wurde bestimmt nach dem Merkspruch:

Vilt du vide med liden to mag,
Den neste Ny effter Kyndelmessdag,
Den neste Onsdag der effter kommer,
Da haffver du Faste med kuld oc hunger (altdänisch).

Als Hauptgrund gegen die Selbständigkeit der germanischen Zeitrechnung wird gewöhnlich die siebentägige Woche angeführt, die, nach Schnippel, den Germanen, wenn auch „ziemlich früh“, nämlich „nach der Einführung des Christentums“, von „außen“ gekommen ist, als „nachweislich“ altsemitische, vielleicht sogar altägyptische Zeitteilung (vergl. Ideler, Handbuch der Chronologie I). Auch Bilfinger (a. O.) scheint es aus-

Vollmond nach der Sommersonnenwende. (Camill. 19). Tac. Germ. 11: Coeunt, nisi quid fortuitum et subitum incidit, certis diebus, quum aut inchoatur luna aut impletur: nam agendis rebus hoc auspicatissimum initium credunt.

[78] Beda: vetus sermo in Ecclesia, XXV diem Decembris esse faustissimum et laetissimum natalem filii Dei in terra, is nempe Julii fuit dies Brumae et fuit celebratus a vetera etiam Ecclesia.

gemacht, daß „die alten Skandinavier weder auf ein Jahr von 52 Wochen, noch auf ein Jahr von 364 Tagen ohne Wocheneinteilung jemals selbständig gekommen sind.“ Denn „das christliche Jahr unterscheidet sich von dem römischen Jahr, das Julius Cäsar einführte, durch die Aufnahme zweier dem Judentum entlehnter Faktoren. Das sind 1. die jüdischen Mondmonate und 2. die siebentägige Woche, und die Aufgabe, diese beiden Faktoren mit dem julianischen Jahr zu verschmelzen, hat, namentlich mit Rücksicht auf die Bestimmung des Osterfestes und der anderen damit zusammenhängenden beweglichen Feste, die ganze Komputistik des Mittelalters fortwährend beschäftigt“. Ob aber die Wocheneinteilung wirklich aus dem Osten stammt, steht keineswegs fest. „Der Ursprung der siebentägigen Woche“, schreibt Schrader (a. O. S. 959), „und die Herkunft der Wochentagsnamen sind noch nicht völlig aufgeklärt. Während man früher allgemein der Meinung war, daß ihre Heimat an den Ufern des Euphrat zu suchen sei, sind neuerdings von P. Jensen[79] Bedenken gegen diese Annahme geltend gemacht worden. Nach diesem Gelehrten steht vielmehr nur folgendes fest: Neben einer bis ins dritte Jahrtausend zurückgehenden Zählung nach Tagfünften findet sich in älterer und jüngerer Zeit die Einheit von 7 Tagen als beliebte Zeitgröße, ohne daß es deswegen erlaubt wäre, von einer assyrisch-babylonischen Woche von 7 Tagen zu sprechen . . . . . Was wir also in Assyrien und Babylonien finden, sind Ansätze zur Woche, d. h. zu einem 7tägigen, ohne Rücksicht auf Monat und Sonnenjahr ununterbrochen weiterrollenden Zeitraum, nicht die

---

[79] Die siebentägige Woche in Babylon und Ninive, Ztschr. f. deutsche Wortforschung I. S. 150. — Schiaparelli (Die Astronomie im alten Testament, deutsch von Lüdtke, Gießen 1904) hebt die Bedeutung der Siebenzahl bei den Juden hervor; doch findet sie sich schon bei den Sumeriern, den Vorgängern der Assyrer, ebenso bei den Persern, Indern, Griechen, Römern, Kelten, Germanen, Skythen, Slaven, übrigens auch bei nichtarischen und außereuropäischen Völkern (v. Andrian, die Siebenzahl im Geistesleben der Völker, Mitt. d. Anth. Ges. in Wien, 3. F. I. 1901). Auf dem 11. Intern. Kongreß für allg. Religionsgeschichte, Herbst 1904 in Basel, sprach Mahler über „Kalenderdaten in religionshistorischer Deutung“; der Ausgang für die Zeitrechnung der Babylonier war nach seiner Ansicht der Vollmondstag, shabattu; so hieß ursprünglich jeder Vollmond, Neumond u. dgl., später jeder siebende Tag.

Woche selbst. Wohl aber ist die 7tägige Woche bei den Israeliten[80] uralt, und auch die regelmäßig wiederkehrende Feier des Sabbats (assyirsch shabattu) oder Ruhetags wird bereits im Dekalog vorgeschrieben. Unbekannt ist dagegen auch hier die planetarische Bezeichnung der Wochentage . . . . . Unter diesen Umständen ist Jensen geneigt, unsere Woche für lediglich jüdischen oder westsemitischen Ursprungs zu halten, während Nöldeke trotz des Umstandes, daß die 7tägige, Monat und Sonnenjahr durchkreuzende Woche in assyrisch-babylonischen Denkmälern nicht nachweisbar sei, aus allgemeinen Gründen an ihrer babylonischen Herkunft festhält."

Nach dem schon eingangs über die Grundlagen der babylonischen Kultur Gesagten wird auch die Woche als ursprünglich semitische Einrichtung verdächtig, umsomehr, als eine semitische Bezeichnung dafür (im Hebräischen wurde Sabbat für die ganze Woche gebraucht) in die europäisch-arischen Sprachen nicht eingedrungen ist. Die Germanen haben ihr eigenes Wort, got. viko, ahd. wecha, ags. vuce, an. vika, und mit Recht haben Grimm uud Weinhold[81] daraus geschlossen, daß dies mit dem Wechsel der Mondviertel zusammenhänge und unsre Vorfahren von selbst auf den siebentägigen Zeitabschnitt gekommen seien; es ist das durchaus nicht, wie Schnippel meint, „eine völlig unerweisliche Behauptung".

Im Griechischen (hebdomas), Lateinischen (septimana) und Keltischen (sechtman, seithun) kommt bloß die Siebenzahl zum Ausdruck. Von keinem dieser Völker können also die Germanen hinsichtlich der Wochenrechnung beeinflußt sein. Die Hellenen teilten vor Annahme der christlichen Woche ihren 30tägigen Monat in drei Dekaden, die Römer hatten außer den Iden nur die von den Etruskern übernommenen Nundinen[82] (etrusk. nunthen,

---

[80] Die Namen der Wochentage bei den Semiten, ebenda S. 161

[81] Deutsche Mythologie I. S. 115. – Altnordisches Leben, Berlin 1856.

[82] Ausonius, V 3, De tribus menstruis mensuum.

Bis senas anno reparat Lucina Kalendas,
et totitem medias dat currere Juppiter idus,
nonarumque diem faciunt infra octo secundi:
haec sunt Romano tantum tria nomina mensi

Auch Idus und Kalendae (meist mit dem unlateinischen K geschrieben) stammen wahrscheinlich aus dem Etruskischen. Macrob. Saturn. I 15: iduare enim etrusca lingua dividere est. Altlat. calare = gr. καλειν.

neun); dagegen muß es auffallen, daß zwei spätgriechische Schriftsteller, Philon und Josephus[83], beide die Woche auch als Einrichtung der „Barbaren“ erwähnen. Da die Namen unsrer Wochentage der altassyrischen Reihenfolge (Mond, Sonne, Jupiter, Venus, Saturn, Merkur, Mars) der Planetengötter nicht entsprechen, können die heidnischen, bis auf den heutigen Tag im Gebrauch gebliebenen Bezeichnungen unmöglich aus einer östlichen Quelle stammen. Im römischen Gallien und Germanien haben sich bildliche Darstellungen der Wochengötter, vom Saturn bis zur Venus, am häufigsten gefunden; daraus folgt aber keineswegs, daß dies „schönste Zeugnis unseres heidnischen Altertums“, nach Schrader, eine Entlehnung ist, sondern der Vorgang kann sehr wohl in umgekehrtem Sinne gedeutet werden, so nämlich, daß nicht an Stelle der römischen Namen „einheimische“ traten, sondern daß die germanischen Götter nach dem Beispiel von Cäsar und Tacitus römischen gleichgestellt und demnach benannt wurden. Die Verdrängung Wodans, des obersten Gottes, aus den Tagesnamen durch Mittwoch, ahd. mittawecha, ist wohl auf den frommen Eifer der Bekehrer zurückzuführen. Auch der dem Thonar geweihte Tag wurde festlich begangen und ist noch heute in manchen Gegenden ein weltlicher Feiertag, an dem besonders gut gegessen wird (Fleischtag); im Mittelalter war der Donnerstag schulfrei, in Tübingen ist er noch jetzt dies academicus. Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß auch die Juden, ganz nach gallischer und germanischer[84] Sitte, ihren Tag mit der Nacht[85] beginnen. Da diese Sitte aufs engste mit dem Götterglauben der Abendländer verknüpft war, ist ein östlicher Ursprung derselben undenkbar. Mit den Worten „ob eam causam“ will Cäsar sagen, daß die Kelten darum nach Nächten rechneten,

[83] De opificio mundi 43. — Apion II 39.

[84] Caes. B. G. VI 58: Galli se omnes ab Dite patre prognatos praedicant idque ab druidibus proditum dicunt. Ob eam causam spatia omnis temporis non numero dierum, sed noctium finiunt; dies natales et mensium et annorum initia sic observant, ut noctem dies subsequatur. Tac. Germ. 11. Nec dierum numerum, ut nos, sed noctium computant; sic constituunt, sic condicunt; nox ducere diem videtur. Vgl. engl. sennight, fortnight.

[85] Genes. I 5: So ward aus Abend und Morgen der erste Tag. Diese Voranstellung der Nacht ist allen Ariern gemeinsam, z. B. skr. naktamdinam, gr. νυχθήμερον, sl. nostedimje, „Nacht und Tag“.

weil nach ihrem Glauben ihr Stammvater Dispater, der römische Jupiter, hier aber noch der uralte Himmels- und Sonnengott, aus der nordischen Winternacht geboren war. Jedenfalls ist die Bezeichnung der Tage mit Götternamen für Griechen und Römer etwas Neues und Spätes, erst mit dem Christentum — ein sonderbarer Widerspruch — sich verbreitend. „Es spricht nichts dagegen“, meint Thumb[86], „daß die Wochentagsnamen erst um die Zeit eingeführt worden sind, in der sie zuerst erscheinen, möglicherweise unter chaldäischer Flagge, als ein ganz spätes postumes Erzeugnis des Babyloniertums“ . . . Die Zeit der Annahme des Christentums war aber für das Römische Reich zugleich eine solche innigster Berührung mit den Nordvölkern und zunehmender Durchsetzung mit germanischen Bestandteilen.

Wie die Wochentage hatten auch die Monate bei den Germanen[87] ihre eigenen, volkstümlichen und, wie z. B. Jul und Ἰουλος beweisen, uralten Namen. Daß Karl der Große aufs neue deutsche Bezeichnungen einführen mußte, erklärt sich daraus, daß in dem schon lange römischen Gallien eine unschöne Mischung[88] lateinischer und einheimischer Namen entstanden war; infolge ihrer Länge und Schwerfälligkeit, nicht mit Unrecht spricht Grimm[89] von einem „Geschlepp“, mußten jene aber später wieder

[86] Die Namen der Wochentage im Griechischen, Ztschr. f. dtsch. Wortforschung I S. 163.

[87] Beda, De mensibus Anglorum. In der Schrift De temporum ratione, c. 13.

[88] Einhardi Vita Karoli M. 29: Mensibus etiam iuxta propriam linguam vocabula imposuit, cum ante id temporis apud Francos partim latinis partim barbaris nominibus pronunciarentur.

[89] Geschichte der deutschen Sprache I 6, Leipzig 1848. — Bekanntlich hat man jetzt das Bestreben, „die heimischen, großenteils schönen und sinnigen Benennungen“ wieder einzuführen, doch lehrt uns gerade Karls des Großen Beispiel, daß man hierbei mit Vorsicht vorgehen und besonders zu lange und geschmacklose Wortbildungen vermeiden sollte. Ich möchte mir bei dieser Gelegenheit folgenden Vorschlag erlauben: 1. Hartung, 2. Hornung, 3. Lenz, 4. Oestring, 5. Mai, 6. Brachmond, 7. Heumond, 8 Aust, 9. Herbstmond, 10. Weinmond, 11. Niblung, 12. Jul. Das wohlklingende Mai, afr. Maiamanoth, möchte ich beibehalten, weil der Wortstamm ja auch deutsch ist (Eigennamen Maiolf, Maiolus); vgl. Auson. V 3: Maia dea an maior, Mai, te fecerit aetas, ambigo: sed mensi est auctor uterque bonus. Aust, an. haust, hat sich im Volke erhalten und hängt, nach Grimms Vermutung, vielleicht ursprünglich gar nicht mit dem Kaiser Augustus, sondern mit auctumnus und dem verwandten gotischen auhuma zusammen. Für Niblung wäre auch Laubris passend.

den römischen weichen. Ihre „Besonderheit“, urteilt dieser Forscher von den Monatsnamen, „scheint erst unter den urverwandten Völkern, in früher Gemeinschaft, auf europäischem Boden neu entfaltet, aber nicht nur in das volle Heidentum, sondern weit über den Beginn unserer Zeitrechnung hinaus zu reichen“. Da seitdem die Einwanderung aus Asien als Irrtum erkannt worden ist, fallen auch alle Einschränkungen[90] dieses Ausspruchs weg.

In der römischen Zeitrechnung war allmälig die größte Unordnung eingerissen. „Schon in den ältesten Zeiten, schreibt Plutarch (Leben Cäsars 59), waren Monate und Jahr dergestalt in Verwirrung geraten, daß Opfer und Feste sich jährlich verschoben und schließlich in ganz entgegengesetzte Jahreszeiten fielen. Niemand verstand sich auf eine sichere Berechnung des Sonnenlaufs; nur die Priester kannten noch die genaue Zeit und setzten oft ganz unerwartet, ohne daß jemand eine Ahnung hatte, den Mercedonius genannten Schaltmonat ein.“ Dies wird auch durch Sueton bestätigt: fastos correxit iam pridem vitio pontificum per intercalandi licentiam adeo turbatos, ut neque messium feriae aestati neque vindemiarum autumno competerent. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß Cäsar, nicht nur ein großer Feldherr, sondern auch ein hervorragender Staatsmann, auf seinen Feldzügen in Gallien, Britannien und Ägypten mit Beschämung erkannte, wie sehr die amtliche Zeitreichnung des Römischen Reiches durch die der Barbaren übertroffen wurde; aus seinen Worten „mensium et annorum initia sic observant“ geht wenigstens hervor, daß bei den Galliern in dieser Hinsicht geordnete Zustände herrschten, und Appian (II 154) sagt geradezu: „Darum verbesserte er auch bei den Römern vieles, was zu den Künsten des Friedens gehört. So veränderte er nach Anleitung der Ägypter die Jahreseinteilung.“ Jedenfalls war die Einführung des Julianischen Kalenders, der erst im Jahre 1582 unter Papst Gregor XIII eine Berichtigung erforderte, eine große Tat, ein Segen für die Menschheit, und nicht ohne Grund rühmt sich Cäsar bei Lucan (Pharsal. I):

Nec meus Eudoxi fastis superabitur annus.

---

[90] Benfey und Stern (Über die Monatsnamen einiger alter Völker, Berlin 1836) haben gezeigt, daß alle hebräischen, übrigens von den europäischen grundverschiedenen Monatsnamen nicht semitisch, sondern persisch sind.

Die schon von Tacitus berichtete Dreiteilung des germanischen Jahres (Germ. 36: hiems et ver et aestas intellectum ac vocabula habent) findet sich noch in einigen nordischen Runenkalendern, z. B. auf einem von Rudbeck[91] abgebildeten, von Schnippel erwähnten in Gestalt eines Triquetrums. Bis in die neuere Zeit haben sich bei allen germanischen Völkern drei Hauptziele erhalten, Martinstag (Winteranfang im November), Sommertag (Mittfasten, Lätare im März) und Mittsommer (im Juli).

Ein schwerwiegender Beweisgrund für das hohe Alter der Runenkalender liegt ferner in den Runen selbst, die ja auch keine Entlehnung, wie man lange geglaubt hat, sondern Ureigentum[92] der nordischen Völker sind. Manche dieser Kalender, wie z. B. der von Worm auf S. 92 abgebildete, auf einer dreieckigen Knochenplatte, anscheinend einem Fischkiefer angebrachte, enthalten nämlich sehr altertümliche Runenformen, die zur Zeit der Bekehrung schon seit Jahrhunderten außer Gebrauch waren. Die Wiederkehr gemeingermanischer Runen auf christlichen Kalendern einer viel späteren Zeit ist nur durch den Gebrauch zu erklären, daß die alten Vorbilder immer wieder nachgeahmt und so manche Altertümlichkeiten, von Geschlecht zu Geschlecht sich forterbend, auf späte Enkel übertragen wurden. So erinnern auch die Runen des im 18. Jahrhundert geschnitzten Oldenburger Stabs noch sehr an die ältestbekannten; die fünf ersten sind ja auch in spätnordischer Gestalt fast gleich geblieben, die sechste und die siebente haben ihre Form nur wenig geändert, letztere allerdings mit anderem Lautwert, h statt früher g. Von der größten Wichtigkeit für die Beurteilung der germanischen Zeitrechnung ist der erwähnte, auf acht Buchsbaumtäfelchen eingeschnittene Runenkalender der Bibliothek von Bologna. Da seine Jahrzahl 1514, am Ende der Gotik, mit dem noch ganz

[91] Atlantica, Atland aller Manheim, Upsalae 1689, II c. 9, De fastis Runicis. — Vgl. auch Tille (a O), Martinmas and the tripartition of the year.

[92] Alle Versuche, die Runen von einem oder mehreren der südlichen Alphabete, dem römischen, griechischen, etruskischen, abzuleiten, von Stenberg (De runarum patria, Upsalae 1770) bis auf von Friesen (Om runskriftens härkomst, Upsala 1904) sind gescheitert und müssen scheitern. Wie ich zuerst 1888 nachgewiesen, enthalten die gemeingermanischen Runen als Kern die ureuropäische Schrift. Der Karlsruher Altertumsverein I, 1881—1890, Karlsruhe 1891.

romanischen Zierwerk nicht übereinstimmt, läßt auch er auf ältere Vorbilder schließen. Auf die fränkischen Runen, die nach Fortunatus Venantius[93] ja auch auf Holz gemalt oder eingeschnitten wurden, kann er nicht zurückgehen, da seine Zeichen nordische Gestalt haben; wegen der Lilien und der Heiligennamen (Gerlach, Guntram, Ludwig, Genovefa, Gertrud u. a.) muß er in und für Frankreich angefertigt sein, aber nicht nach einem ausländischen, etwa dänischen Vorbild, denn sonst würden die im Lande ja ganz unverständlich gewordenen Runen durch lateinische Buchstaben ersetzt sein. Es bleibt nur die Annahme übrig, daß der nordische Kalender, durch die Normannen, die im 9. Jahrhundert am Südufer des Ärmelmeers sich festsetzten, im 10. in ihren Besitzungen bestätigt und bekehrt wurden, nach Frankreich gebracht, dort noch lange in zahlreichen Nachbildungen fortlebte. Dadurch erklärt sich die Beibehaltung der nordischen Runen und die Tatsache, daß die Tag- und Nachtlängen nicht für Frankreich, sondern etwa den 59. Breitegrad zutreffen. Damit ist der Beweis erbracht, daß die immerwährenden Zeitweiser, die runischen „Jahrstäbe", im Norden älter[94] sind als das Christentum.

Gerade wie die Angelsachsen aus ihrer alten Heimat die Runen mit nach England nahmen, so brachten sie auch die den skandinavischen sehr ähnlichen „Jahrstäbe" mit, die unter dem Namen „clogs" (Klötze, verwandt mit club, Kloben, Stock) bis in die neuere Zeit unter dem Landvolk weit verbreitet waren. „They used to engrave", schrieb im 17. Jahrhundert Richard

---

[93] VII 18: Barbara fraxineis pingatur runa tabellis,
Quodque papyrus agit, virgula plana valet.

[94] Man muß daher dem italienischen Beschreiber zustimmen, „che i Galli e i Germani e i Britanni, come altrove è detto, pigliarono questa maniera di Calendari dai Dani, i quali ne furono gl'inventori e per lungo tratto i soli che li adoperassero. — Ähnlich äußert sich Magnusson (a. O.): „That the Scandinavians were at a very early age acquainted with some practical mode of recording their calendric and computistic experiences, seems certain. The early records of their history and traditions speak of aldr-runir and aefi-runir, i. e. runes of age and time, which can only mean writings of calendric nature ... These heathen logs became doubtless the prototypes of the Christian runic Calendars, which in a similar manner were cut on portable objects of various description, but in the great majority of cases on the so-called runic staves etc." — Beda, De emend. temp., At veterum Saxonum et Danorum mira anni ordinatio fuit etc.

Verstegan,[95] „upon certain squared sticks about a foot in lenght, or shorter or longer as they pleased, the courses of the Moones of the whole yeere, wherely they could alwajes certainely tell, when the new Moones, full Moones en changes should happen, as also their festival dajes“. Diese Nachricht wird bestätigt und ergänzt durch den gelehrten Robert Plot[96] in seiner „Naturgeschichte von Staffordshire“, wo ein nordenglischer Runenstab in mustergiltiger Weise erklärt und abgebildet ist. Wären die Runenkalender erst nach der Einführung des Christentums im Norden entstanden, zuerst etwa in Schweden, durch die Bemühungen eines „hervorragenden, ebenso gelehrten als patriotischen Geistlichen“, wie sich Schnippel denkt, so bliebe die große Übereinstimmung der skandinavischen mit den englischen unerklärlich. Daß vor ihrer Bekehrung und der Bekanntschaft mit der christlichen Festrechnung die Nordländer „höchstens ganz rohe Kerb- oder Merkhölzer etwa mit eingekerbten Strichen für die einzelnen Tage“ gehabt haben sollen, wird der nicht für wahrscheinlich halten, der ihre künstlerischen Leistungen kennt und sich erinnert, wie erfindungsreich sie uns geschildert werden: reperiuntur homines Septentrionalis plagae adeo sagacis ingenii“, schreibt Olaus Magnus, „ut cum neque Gothicas neque Latinas literas unquam didicerint, sibi ipsis ex rerum figuris et instrumentis alphabeta componant; eisque pro sublevanda memoria in pelle, charta vel cortice singulariter scribendo utuntur“.

Auch wer das hohe Alter der Runenkalender bestreitet, muß zugeben, daß die sinnreiche, von der christlichen für ihre Osterberechnung angenommene Verbindung der goldenen Zahlen mit den Sonntagsbuchstaben[97], deren Erfinder nicht bekannt ist und die man fälschlich auf den römischen Abt Dionysius Exiguus um 525 zurückgeführt hat, nicht aus dem Osten stammt, sondern zuerst in Deutschland, etwa seit Karls des Großen Zeit, auftritt.

---

[95] De restauratione studii antiquitatum, c. 3.

[96] Nature history of Staffordshire, Oxford 1686. — An ihn schließen sich Wanley (Catal. libr. manuscr. in Hickes' Thesaurus), Shaw, Brady, Jewitt, Fosbroke, Stephens (The Old-Northern Runic Monuments etc., London und Kopenhagen 1866—68) u. A. an.

[97] Etwas Ähnliches hatten die Römer in ihren 8 Nundinalbuchstaben; im 4. Jahrhundert kommen zuerst die 7 ersten Buchstaben als Bezeichnung der Wochentage vor (Graevius, Thesaurus VIII).

Das älteste sichere Beispiel scheint das von Schilter[98] nach einer Handschrift des 13. Jahrhunderts veröffentlichte Calendarium Alamannicum zu sein.

Die deutschen „Bauernkalender", ursprünglich auf Pergament gemalt, später auf Papier gedruckt, wie sie in einigen abgelegenen Gegenden Steiermarks und Tirols noch jetzt von des Lesens unkundigen Leuten gebraucht werden und von denen das Germanische Museum in Nürnberg[99] eine ältere, aus dem 14. Jahrhundert stammende Probe enthält, gleichen ganz den von Worm (F. D. p. 100 und 102) abgebildeten, in Fichtenholztafeln eingeschnittenen und haben daher zweifellos auch ältere hölzerne Vorbilder gehabt. Sie ersetzen die Wochentagsrunen durch stilisierte römische, sog. „gotische", Buchstaben und sind dadurch merkwürdig, daß sie die goldenen Zahlen durch eigenartige, in ebenso einfacher wie sinnreicher Weise gebildete Zeichen wiedergeben, die an die römischen erinnern, doch nicht so breitspurig sind. Da solche Zahlen[100] in gleicher oder doch

---

[98] Thesaurus antiquitatum Teutonicarum, Ulmae 1728, II 7. — Daß auch in Deutschland früher Kerbhölzer zur Zeitrechnung benutzt wurden, zeigen die alten Glossen Kerbholz, Kerbstock = ephemerides, Diefenbach, Lexicon Latinogermanicum; der Kalender der Herrad von Landsberg vom Jahre 1175 zeigt solche senkrechte Striche

[99] Abgebildet in Königs Literaturgeschichte, bei Schnippel, in der „Kulturgeschichte des deutschen Volkes" von Henne am Rhyn und anderwärts.

[100] Diese runenartigen Zeichen beziehen sich nicht, wie Henne am Rhyn angibt, auf „Bauern-, Gesundheits- und Witterungsregeln, auf landwirtschaftliche Arbeiten" u. dgl., sondern sind, wie schon Worm p. 69 einwandfrei nachgewiesen hat, einfache Zahlen, die numeri aurei in zwei Reihen, einer älteren und einer berichtigten, darstellend. Leider gehen sie, dem Cyclus lunaris entsprechend, nur bis 19, doch ließen sich auf diese Art leicht auch höhere Zahlen ausdrücken. Losch (Zur Runenlehre. Germania N. R. XXII 4, 1889) nennt diese Stabzahlen kurzweg „römisch", doch war eine solche Vereinfachung den Römern selbst unbekannt. Der erwähnte Runenkalender von Bologna hat (auch in Bezug auf die Zahlzeichen, die in eigenartiger Weise von den Runen abgeleitet sind) sein Gegenstück in dem von Worm auf S. 97 abgebildeten. In dieser zierlichen Gestalt und vollendeten Ausbildung sind solche buchähnliche Kalender sicher nicht alt: „aevi remotioris non videntur hi fasti, siquidem mensium Solarium sequantur ductum et terminos, ac caelaturae veteribus minus consuetam elegantiam". Künstlerisch steht allerdings die dänische Arbeit entschieden über der französischen; das Hirtenbild, auf dem der Engel die frohe Botschaft mit Hornesruf verkündet, ist

sehr ähnlicher Gestalt auf deutschen, englischen[101], dänischen und schwedischen Kalendern, z. B. auch auf dem Oldenburger Stab, sich finden, kann nicht nur „die Volkssitte der Kerbhölzer“ wie Schnippel mit Recht hervorhebt, „als eine alte gesamtgermanische betrachtet werden“, sondern auch diese Bildung der Zahlzeichen selbst. Der um die Erforschung der Runenkalender so hochverdiente Verfasser hat sich wohl nicht ganz klar gemacht, daß er mit den angeführten Worten seinen eigenen Ansichten über Entstehung und Altertum dieser kulturgeschichtlich so wichtigen Denkmäler widerspricht.

Die übrigen in Deutschlands Sammlungen[102] aufbewahrten Runenkalender, darunter auch zwei in dem uns naheliegenden Mannheim, sind fast durchweg sogenannte „Wanderer“, d. h. sie stammen aus dem Norden und sind durch Liebhaber von Merkwürdigkeiten und Altertümern oder durch Händler verbreitet worden und so in die verschiedenen Museen gekommen.

Zu den ältesten Runenkalendern im Norden — die ersten mit Sonntagsbuchstaben und goldenen Zahlen versehenen, scheinen nicht über das 12 Jahrhundert[103] hinaufzureichen — gehört die von Worm (F. D. III) abgebildete und ausführlich besprochene Pergamenthandschrift, die aus einem jütischen Kloster stammt und leider 1728 bei einem großen Brande in Kopenhagen zerstört wurde. Sie setzt entschieden ältere Vorbilder, auch hölzerne Jahrstäbe, voraus und ist nach einer Schlußbemerkung[104]

---

recht gut entworfen und ausgeführt. Einen ähnlichen deutschen vom Jahre 1415 besaß Frh. v. Moll in München, auf 10 Blättern in Steindruck 1814 veröffentlicht. Vgl. auch Gräter's Iduna und Hermode, 1816.

[101] Ein von Plot (a. O.) abgebildeter Kalenderstab zeigt z. B. diese Zahlzeichen.

[102] Es sei hier auf die genaue und, soviel ich beurteilen kann, nahezu vollständige Zusammenstellung in den „Anlagen und Anmerkungen“ zu Schnippels Schrift verwiesen.

[103] Scriptores rerum danicarum, 1772—1878. — Scriptores rerum suecicarum medii aevi, 1818—1876.

[104] Att thusant ar og thryhundrat ara og tiuhu ar og at ar waru lidni af Guds byrd, da an ditta rim war skrivat. Da war thuss og ur sunnudahr og twimadr i siaundu radu i tafluni prim, d. h. 1328 Jahre waren seit des Herrn Geburt verflossen, als dieser Kalender geschrieben wurde. Damals waren C und B Sonntagsbuchstaben und 18 in der 7. Reihe der Ostertafel goldene Zahl.

im Jahr 1328 geschrieben. Die ihr beigefügte Ostertafel beginnt mit dem Jahr 1140, und man könnte daraus auf die Zeit der Entstehung der Runenkalender schließen, wenn nicht das genannte Jahr das erste „eines 532jährigen Osterzyklus und als solches ein gegebener Anfang" wäre.

Im Mittelalter müssen die Runenkalender in den drei nordischen Reichen ungemein beliebt und verbreitet gewesen sein. Man fand sie in Hütten[105] und Palästen, und selbst der König Gustav I Wasa (1523 – 1560) trug auf seinem Handstock einen solchen mit Gold eingelegt. Ihre Blütezeit war selbstverständlich vor der Erfindung und Verbreitung des Buchdrucks, doch blieben sie als liebgewordene Erbstücke, besonders bei den Bauern, noch bis ins vorige Jahrhundert im Gebrauch; im 18. Jahrhundert waren sie nach Erichson[106] in Schweden noch „in jedermanns Hand". Auch in den von Skandinavien kulturell abhängigen Ländern, in Finnland, Lappland und den Ostseeprovinzen[107], gab es vor 50—60 Jahren noch alte Leute, die den Runenstab zu gebrauchen wußten.

So kann es nicht wundernehmen, daß immer noch hunderte von Runenkalendern vorhanden sind; ich selbst habe vor kurzem auf meiner Nordlandsreise deren viele in den Sammlungen von Kopenhagen, Lund und Stockholm gesehen. Jedenfalls verdienen sie, wenn sie auch im Kampf mit der Buchdruckerkunst unterliegen mußten, als merkwürdige Überbleibsel vergangener Zeiten und Beispiele urwüchsiger Volkskunst die sorgfältigste Sammlung und Aufbewahrung. So unscheinbar ein solcher Runenstab aussieht, es steckt in ihm eine Menge geistiger Arbeit und eine

---

[105] Ad rusticum seniorem, schreibt Worm (F. D. I. 4), aut alicuius in pago pretii, illiteratum tamen, in Dania si diverteris, rarum erit, si diligenti facta perlustratione ad mensae caput aut trabium summa lignum planum oblongum aut alterius figurae non offenderis, variis characteribus, quos magicos iurares, insignitum.

[106] Bibliotheca Runica, herausgeg. von Dähnert, Greifswald 1766. Leider wurden sie manchmal auch als Zauberstäbe oder Bücher verbrannt. Vgl. F. Magnusen, Runamo, Kjöbenhavn 1841, S. 351.

[107] Hupel, Topographische Nachrichten von Liefland und Esthland, Riga 1774—1789; Wiedemann, Aus dem innern und äußern Leben der Esthen, Petersburg nnd Leipzig 1876; v. Stein und Hildebrand, Ztschr. f. Ethnologie 1879 und 1880. Stieda, Über Runenkalender, Sitzungsber. d. Gelehrt. esthn. Gesellschaft zu Dorpat, 1880; Magnusson (a. O.).

tausendjährige Erfahrung, so sonderbar und rätselhaft seine Zeichen und Bilder dem Unkundigen erscheinen, für den verständnisvollen Kenner ist er ein unschätzbares Zeugnis von der Erfindungskraft und dem Scharfsinn unsrer Verfahren.

Wahrlich, der alte dänische Professor Caspar Bartholinus[108] hat recht, wer die Erfinder eines solchen Meisterwerks[109] „Barbaren" schilt, ist selbst der allergrößte Barbar:

Nostram ergo quondam barbaram qui gentem ait,
Is barbarorum barbarissimus omnium!

---

[108] Prooemium ad Fastos Danicos.

[109] Auch in neuerer Zeit sind solche immerwährende Kalender aufgestellt worden, und zwar meist von Deutschen, so von Coler (Calendarium perpetuum oeconomicum, Magdeburg 1613), Kesselmeyer (Calendarium perpetuum mobile für 100,000 Jahre), Bach („Immerwährender Kalender", ohne Sonntagsbuchstaben und goldene Zahlen, bis 2100) u. a. Vgl. Schubring „Immerwährende Kalender" (Zeitschr. f. d. gesamte Naturwissensch. 1871, S. 387 in ff.). Wie andere Blätter bringt auch die 12. Sonntagsbeilage der Nationalzeitung, 19. März 1905, eine gemeinverständliche Belehrung über „die Bestimmung des Osterdatums" von Homann.

Amerikanische Reiseeindrücke.

Von **Max Le Blanc.**

In zwangloser Weise möchte ich Ihnen heute abend von meinen Reiseeindrücken in Amerika erzählen und will mich dabei nicht auf das technische Gebiet beschränken, sondern auch über die Natur sprechen, ferner volkswirtschaftliche und soziale Verhältnisse berühren und kleine Erlebnisse mitteilen, die mir erwähnenswert erscheinen.

Der Dampfer des Norddeutschen Lloyd „Prinzess Alice" brachte mich von Cherbourg in 9 Tagen nach New-York. Ich hatte hierbei Gelegenheit die vorzügliche Verpflegung und aufmerksame Bedienung, die den Reisenden auf den Schiffen dieser Gesellschaft zu teil wird, selbst kennen zu lernen. Den ersten Vorgeschmack von dem Lande der Freiheit bekommt man in dem Hafen von New-York bei den Zollscheerereien; man erstaunt über das peinliche und bureaukratische Verfahren, das nur zum Teil durch den Umstand entschuldigt wird, daß die Zolleinnahmen die wesentlichste Einnahmequelle für den Staatshaushalt vorstellen. Namentlich von den deutschen Ausstellern in St. Louis konnte man Lieder — aber nicht Loblieder, auf die Zollbeamten singen hören. Es dauerte häufig viele Wochen, bis die Verzollung erledigt war, da jeder einzelne Gegenstand abgeschätzt wurde, was manchen Aussteller, der tausende von Kleinigkeiten mitführte, geradezu zur Verzweiflung brachte. Nach Beendigung der Ausstellung hat sich sodann das ganze Verfahren wiederholt, da der Zoll für die nicht verkauften Gegenstände zurückvergütet wurde.

Von Zigarren, die in Amerika recht teuer sind, von 10 Cent an werden sie rauchbar, darf man nicht mehr als 50 Stück einführen, sonst besteht aber die angenehme Einrichtung, daß verzollbare Gegenstände im Wert bis zu 100 Doll. zollfrei von einem Reisenden eingeführt werden können, eine Einrichtung, die den europäischen Ländern zur Nachahmung leider nicht empfohlen

werden kann, da diese gegeneinander nicht durch einen breiten Wassergürtel abgegrenzt sind, der ein oftmaliges Herüber und Hinüber, nur um zollpflichtige Gegenstände bis zu dieser Höhe zollfrei einführen zu können, unrentabel macht.

Der erste Eindruck, den man beim Betreten der Stadt New-York erhält, ist nicht einheitlich. Einerseits überwältigt der riesige Verkehr, anderseits wird das Auge abgestoßen durch den vielfach ungepflegten Zustand der Straßen. Gerade in den belebtesten Straßen stößt man auf Löcher, wie man sie an Zahl und Tiefe nicht in den elendesten Stadtgemeinden bei uns findet. In New-York selbst sind die vielen elektrischen Leitungen unterirdisch verlegt, in der Umgegend und den andern Städten oberirdisch geführt auf Holzmasten, die prinzipiell schief zu stehen scheinen, so daß man nahezu Amerika das Land der schiefen Holzmaste nennen könnte. Es zeigt sich hierbei wie bei vielen andern Dingen, daß das Praktische und Nützliche an erster Stelle steht; auf den ästhetischen Eindruck kommt es vorläufig noch nicht an.

Daß New-York sehr elegante Straßen besitzt, brauche ich kaum zu erwähnen. Auch glaube ich nicht, daß irgend eine andere Stadt derartig luxuriös eingerichtete Hotels hat. Das Leben ist ganz international; ich kann nur sagen, daß ich mich nach einigen Tagen der Eingewöhnung dort sehr behaglich gefühlt habe. Neben englisch wird viel deutsch, italienisch, chinesisch etc. auch hebräisch gesprochen; als Kuriosum möchte ich mitteilen, daß in dem Viertel, in dem die letztere Sprache vorherrscht, auf einem Schild an einer Ladentür zu lesen war: english spoken.

Die Gastfreundschaft der Amerikaner ist, sowie man einige Beziehungen oder Empfehlungen besitzt, im allgemeinen sehr groß. Es ist leichter als bei uns Eingang in ihre Betriebe zu erhalten und sie zeigen diese häufig völlig rückhaltlos, mitunter in der Form, daß sie den Besucher ohne Führer in die Fabrik hereinlassen. Er hat überall Zutritt, kann sich nach Gutdünken alles ansehen und bekommt auf seine Fragen von den Arbeitern oder Ingenieuren, die er gerade trifft, bereitwillig Antwort. Nur die in der Nähe des Niagarafalls gelegenen Fabriken sind in letzter Zeit zurückhaltend geworden, die eine schrieb auf die Anfrage eines mir bekannten und einflußreichen Amerikaners, ob er und

ich Zutritt erhalten könnten: daß sie nur noch fools and women hereinließe.

Ich will hier nur einiges mitteilen, was ich bei einzelnen Betrieben gesehen habe und was noch wenig bekannt ist; ich übergehe die vielen Betriebe, die schon anderswo beschrieben sind. Die Pacific coast Borax Comp. hat in der Nähe von New-York eine einfache Fabrikation zur Herstellung von Borax. Das Ausgangsmaterial wird in Californien gewonnen, wo es in großen Massen offen zu Tage liegt, es ist in der Hauptsache ein Calciumborat. Die Masse enthält ca. 30 % B_2O_3. Nach passender Zerkleinerung wird sie erhitzt und vermittelst einer rotierenden Trommel über ein Gitter geführt; durch das Erhitzen ist der Borax in kleine Teile zerfallen, und so fällt die Hauptmasse des Borax mit einem Teil des Gesteins durch das Gitter hindurch, während die Hauptmasse des Gesteins mit zirka 1,5 % Borax über das schräge Gitter hinabgleitet und fortgeworfen wird. Die an Borax reiche Masse wird nun in Bottichen mit Soda und Wasser erhitzt, wobei sich Calciumcarbonat und lösliches Natriumborat bildet; kurze Zeit nach Absitzen wird die heiße Lauge in Krystallisierkästen gebracht, in denen sich die Krystalle an hineingehängte Eisenstäbe ansetzen. Das zurückbleibende Calciumcarbonat und Gestein, „mud" genannt, wird ausgepreßt. Die zurückbleibenden verdünnten Krystallisationslaugen werden so lange zur Umsetzung neuer Mengen von Calciumborat mit Soda gebraucht, bis die Verunreinigungen zu groß geworden sind, sodann werden sie eingedampft und der Rückstand wieder in die Fabrikation gegeben.

Ein kleiner Teil des gewonnenen Borax wird zur Herstellung von Borsäure benutzt. Eine heiß gesättigte conc. Lsg. wird mit conc. Schwefelsäure versetzt. Da nun das gebildete Natriumsulfat mit fallender Temperatur etwas löslicher, die Borsäure jedoch sehr viel schwer löslicher wird, so kann sie leicht, event. noch mit etwas Eindampfen, in Krystallen erhalten werden.

Bemerkenswert ist, daß die ganze Fabrikation nur im Winter in Gang ist, weil die Krystallisation im Sommer zu schlecht geht, und die künstliche Kühlung sich doch wohl zu teuer stellen würde, Produktion 60 Tonnen pro Tag.

Ein anderer ebenso einfacher, in seiner Art aber größter Betrieb befindet sich in Brooklyn und befaßt sich mit der Gewinnung von saurem weinsaurem Kalium, von Weinstein. Inter-

essant und bei der hoch entwickelten europäischen chemischen Industrie bemerkenswert ist, daß das Rohmaterial, die Rückstände und Abfälle der Weinbereitung bzw. der in den Weinfässern sich absetzende rohe Weinstein, eine Masse in der zirka 70% Weinstein und 5% Calciumtartrat (neutrales) enthalten sind, hauptsächlich aus Europa, speziell Italien und Spanien, eingeführt wird. Der reine Weinstein, das veredelte Produkt, geht dann zum Teil wieder nach Europa zurück.

Die Verarbeitung selbst ist höchst einfach: Die rohe Masse wird soweit als möglich heiß gelöst, filtriert und zur Krystallisation gebracht. Eine zweite Umkrystallisation liefert ein 99,9%iges Produkt, das rein von Metallen ist. Darauf wird wegen der medizinischen Verwendung großes Gewicht gelegt, und von den im Laboratorium beschäftigten Chemikern wird eine stete Kontrolle in dieser Hinsicht geübt. Zur Klärung wird Knochenkohle verwandt. Der Rückstand von der ersten Behandlung der rohen Masse mit Wasser wird nicht ausgewaschen und enthält demnach neben dem gesamten Calciumtartrat auch etwas Weinstein. Er wird mit Kalk (zur Abstumpfung der Säure) und mit Chlorcalcium oder kohlensaurem Kalk versetzt, wodurch alle Weinsäure in die Form von unlöslichem Calciumtartrat übergeht. Die ganze feste Masse wird sodann mit Schwefelsäure behandelt, wobei Gyps und Weinsäure entsteht, die dann durch Krystallisation noch vollends gereinigt wird. Der bei dieser Weinsäuredarstellung verbleibende feste Rückstand wird getrocknet und als Düngemittel verwertet, weil er zirka 2% Stickstoff enthält. So gibt es gar keinen Abfall. Etwa 14 Tonnen beträgt die tägliche Weinsteinproduktion.

Den Besuch der großen Kupferraffination in Perth-Amboy übergehe ich, da die Einzelheiten dieses Betriebes schon öfters mitgeteilt sind.

Nur einen sehr merkwürdigen Punkt möchte ich hierbei erwähnen: der Preis des elektrolytisch raffinierten, also des reinen Kupfers war damals niedriger als der des nicht raffinierten. Daß unter diesen Umständen überhaupt noch ein Vorteil bei der Raffination herausspringt, liegt an dem Wert des nebenbei gewonnenen Silbers und Goldes. Der Grund des niedrigen Preises liegt in dem Aberglauben, daß einige physikalische Eigenschaften des reinen Kupfers, wie die Festigkeit, insbesondere die Bean-

spruchbarkeit beim Hin- und Herzerren eines Drahtes, schlechter seien. Genaue Proben, die von der General Elektric Company angestellt worden sind, haben jedoch das Gegenteil ergeben und diese Gesellschaft kauft nur reines Kupfer. In andern Kreisen muß aber der Aberglauben noch herrschen, denn der Preis für das raffinierte Kupfer mußte, um es überhaupt an den Markt zu bringen, bisher noch niedriger gehalten werden, als der für nicht raffiniertes.

Ausnehmend interessant war der Besuch des großen Werkes der General Elektric Company, einer der größten Elektrizitätsgesellschaften Amerikas, die neuerdings auch dem Dampfturbinenbau besondere Anfmerksamkeit geschenkt hat. Mir wurde hier infolge persönlicher Beziehungen besonders entgegengekommen und z. B. auch der Turbinenbau bis in die kleinsten Einzelheiten gezeigt. Es bildet dies einen merkwürdigen Kontrast zu der Geheimniskrämerei, die gerade in diesem Punkte in Deutschland getrieben wird. Einigen von ihnen ist es vielleicht bekannt, daß die Firma Brown & Boveri, Mannheim, an die Techn. Hochschule in Darmstadt eine Dampfturbine geliefert hat mit dem Bemerken, daß, falls diese Maschine auseinandergenommen wird, sie keine Reparatur daran ausführt.

Zu der Fabrik gehört ein wissenschaftliches Laboratorium, in dem etwa 12 Physico-Chemiker tätig sind unter Leitung Dr. Whitney's, eines guten Bekannten von mir, der auch die engl. Übersetzung meines Lehrbuches anfertigte. Zurzeit wird in dem Laboratorium insbesondere über elektrische Lampen gearbeitet. Sie wollen dort versuchen Quecksilberbogenlampen in den Handel zu bringen. Einzelne waren im Laboratorium über 2 Jahre andauernd im Gebrauch, ohne daß eine wesentliche Veränderung zu bemerken war.

Die Lampe braucht ca. 40 Volt und 3 Ampère und ist schätzungsweise 25 cm lang und wenige cm breit. Die Anode ist ein kleiner Graphitblock, von dem ein dünner Kohlefaden bis in die Nähe der unteren Quecksilberelektrode geht. Auf dem Quecksilber schwimmt ein mit Quecksilber gefüllter Eisennapf, der Kontakt mit dem Kohlefaden hat. Wird die Lampe eingeschaltet, so zieht ein gleichzeitig in Tätigkeit gesetzter Elektromagnet den Napf herunter, es tritt ein Öffnungsfunke auf der schon genügend Quecksilberdampf erzeugt, letzterer über-

nimmt die Leitung und die ganze Röhre wird momentan mit Licht erfüllt. Da unter diesen Umständen Quecksilber den Strom nur als Kathode durchläßt, kann die Lampe nur für Gleichstrom verwandt werden. Für Wechselstrom kommen zwei Kathoden und zwei Anoden in besonderer Schaltung zur Anwendung. Auch als bequemer Wechselstrom—Gleichstromumformer mit nahezu 70% Nutzeffekt bei 120 Volt wird ein derartiges System für schwache Stromstärken (bis 30 Ampère) gebaut.

Der Lichteffekt soll besser sein als beim gewöhnlichen Bogenlicht und Bedienung ist nicht nötig. Die Lichtwirkung wird für die Praxis in der Weise bestimmt, daß man die Entfernung feststellt, in der man noch lesen kann.

Ein großer Übelstand liegt natürlich darin, daß das Licht so reich an violetten und so arm an roten Lichtstrahlen ist. Für Zimmerbeleuchtung ist dieses Licht völlig unbrauchbar. Dagegen ist es für die Außenbeleuchtung nicht so übel; ein derartig beleuchteter Garten, den ich sah, machte sich recht gut, etwas magisch. Übrigens wird auch eine Kombination von gewöhnlichem Glühlicht und dem Quecksilberlicht hergestellt. Da das Quecksilberlicht nur zirka 40 Volt verbraucht, werden die bei Vorhandensein einer Lichtspannung von 120 Volt noch übrigen 80 Volt dazu benutzt, um kleine Glühlampen zu speisen, welche die Quecksilberlampe umgeben. Das Ganze ist von einer matten Glasglocke umgeben und erscheint als eine einheitliche Lichtquelle, die genügend rote Lichtstrahlen enthält. Versuche, durch Zusatz von Rubidium, Caesium etc. zum Quecksilber, dem Licht rote Strahlen zu geben, schlugen fehl.

Eine zweite Art Bogenlampe, an der gearbeitet wird, unterscheidet sich von der gewöhnlichen dadurch, daß als eine Elektrode eine Mischung von Eisen, Eisenoxyd und Titanoxyd etc. genommen ist, während die andere positive Elektrode eine Kupferscheibe bildet. Diese Lampe war vorläufig nur für Gleichstrom verwendbar. Bei ihr glüht nicht die Elektrodenspitze und sendet vorzugsweise Lichtstrahlen aus, sondern der Lichtbogen liefert das Licht allein. Es wird ihr eine gute Horizontalwirkung und Lichtverteilung nachgerühmt; die Eisenelektrode hält jetzt zirka 150 St. und man kann bei einer derartigen Bogenlampe noch bei zirka 100 m lesen, während man bei einer gewöhnlichen mit gleicher

Energie gespeisten Bogenlampe nur bei etwa 70 m Entfernung lesen kann.

Versuche bei Glühlampen anstatt gewöhnlicher Kohlefäden solche, die mit Erdoxyden imprägniert sind, zu verwenden, also eine Art Nernstlicht herzustellen, haben bisher keinen Erfolg gehabt. Zufällig erfuhr ich jedoch von anderer Seite, daß eine erhebliche Verbesserung des Kohlefadens gelungen sein soll, doch sei die Sache noch nicht spruchreif.

Auffallend war es mir zuerst, dass man in Amerika wenig Nernstlampen sieht. Die Erklärung liegt vielleicht darin, daß dort die Spannung im allgemeinen viel stärker schwankt als bei uns, während die Nernstlampe bekanntlich für gutes Leuchten recht konstante Spannung erfordert.

Auch das intensiv leuchtende farbige Bogenlicht, das bei uns neuerdings öfters Verwendung findet, sieht man dort nicht, wohl aus dem Grunde, weil die Kohle zu schnell abbrennt und der Arbeitslohn recht teuer ist. Bevorzugt wird die nahezu luftdicht abgeschlossene elektrische Bogenlampe, bei der eine Auswechslung der Kohlen erst nach 100 Brennstunden nötig ist.

Bei dieser Gelegenheit sei bemerkt, dass in Amerika die Isolatoren vielfach aus Glas hergestellt werden. Mir wurde gesagt, dass bei Glas Unebenheiten und Einschlüsse, die eine gewisse Leitfähigkeit haben, leichter erkannt und die fehlerhaften Stücke leichter ausgeschieden werden können.

Noch ein anderes Thema will ich erwähnen, das man im Laboratorium der G.E.C. bearbeitete: es war dies die Herstellung von chemisch reinem Eisen. Dieses hat, wie Versuche ergeben haben, weniger Hysteresis als gewöhnliches Eisen, und es würde vorteilhaft sein, für Transformatoren und auch Dynamomaschinen reines Eisen verwenden zu können. Der Preis für das reine Eisen könnte dabei ziemlich hoch sein. Die Versuche sind noch nicht abgeschlossen.

Zwei Punkte von allgemeinem Interesse sind mir bei den Besichtigungen der verschiedenartigsten Fabriken aufgefallen: erstens die großartigen maschinellen Einrichtungen zur Ersparnis von Menschenkraft. Ich denke da z. B. an die vorzüglichen Transporteinrichtungen eines neu gegründeten Werkes, der Lakawanasteelworks, wo zurzeit hauptsächlich Eisenbahnschienen in größtem Maßtabe hergestellt werden. Auf der einen Seite des Werkes

bringen Schiffe das Eisenerz heran, an der andern werden die mitunter noch warmen Schienen in Eisenbahnwagen verladen; es sind dauernd ungeheure Eisenmassen in Bewegung, aber Menschenarbeit wird dabei nur indirekt, zur Beaufsichtigung und Steuerung der Maschinen, benötigt.

In andern Fabriken wiederum macht man eiserne Unterlagen magnetisch; man braucht dann Eisenstücke, die man bearbeiten will, einfach darauf zu stellen und spart die Arbeit des Festschraubens. Auch bei Krahnen verwendet man magnetische Greifer; dies ist insbesondere praktisch, wenn es sich um das Heben von großen Eisenplatten handelt, deren Befestigung sonst umständlich und zeitraubend ist.

In Boston werden ferner neuerdings Maschinen für selbsttätige elektrische Schweißung hergestellt; es wird dazu Strom aus der Lichtleitung genommen und auf 1 bis 2 Volt und viele tausend Ampère transformiert. Die zu schweißenden Stücke werden aneinander gepreßt und in ganz kurzer Zeit ist die Schweißung völlig automatisch fertig.

Die hohe Entwicklung, welche die Werkzeugmaschinenindustrie in Amerika zeigt, ist eine Folge des Bestrebens, die Menschenarbeit auf ein Minimum zu beschränken; denn der Arbeitslohn des ungelernten Arbeiters ist dort mindestens doppelt so hoch wie bei uns.

In starkem Kontrast zu dieser hohen Entwicklung stehen jedoch die mangelhaften Einrichtungen in den Fabriken zum Schutze der Arbeiter. Es ist wirklich seltsam: auf der einen Seite die hohe Bewertung der Menschenkraft, auf der andern die niedrige Schätzung des Menschenlebens. Auch im öffentlichen Verkehrswesen macht sich dieser letztere Zug bemerkbar. Es gibt keine Schranken an Eisenbahnübergängen und die Sicherung der Eisenbahnstrecken, insbesondere der zahlreichen hölzernen Brücken, geschieht nicht durch Streckenwärter; jeder Zug hat sich selbst zu sichern. Ein jeder ist auf seine eigene Umsicht angewiesen, die staatliche Bevormundung fehlt, was auch z. B. darin zum Ausdruck kommt, daß bei Abgang der Züge kein Abfahrtssignal gegeben wird, sondern der Zug sich plötzlich in Bewegung setzt. Bei Verspätungen und auf Zwischenstationen ist das mitunter wenig angenehm. — Wenn ich sage, die staatliche Bevormundung fehlt, so ist das aber nicht ohne Ausnahme zu

verstehen. Est ist ja bekannt, daß in einzelnen Staaten der Union ein vollkommenes Verbot des Verkaufs geistiger Getränke besteht. Wenn man im Pullmannwagen ein solches Gebiet passierte, dann wurde offiziell der Verkauf von Bier und Wein eingestellt, unoffiziell mit Hilfe eines Trinkgeldes konnte man allerdings doch das Gewünschte erhalten.

Insbesondere den Universitäten ist diese Art der staatlichen Fürsorge in reichem Maße zugewendet. In der Berkeley-Universität in Kalifornien dürfen eine engl. Meile im Umkreis keine Spirituosen verschenkt werden; auch an dem Professorentisch, an dem ich aß, herrschte völlige Abstinenz. Ebenso ist in der Stadt Cambridge, in der die Harvarduniversität liegt, der Ausschank von Spirituosen verboten; nur auf einem Festdiner, dem ich beiwohnte, war zu Ehren der Gäste eine Ausnahme gemacht.

Um nochmals auf die Besichtigung von Fabriken zurückzukommen, so habe ich mir neben den chemischen, elektrischen und Maschinenfabriken auch einen Chromgerbereibetrieb, wohl den größten in der Welt, in Philadelphia angesehen. Wenn ich nicht irre, werden pro Tag 20000 Stück verarbeitet, meistens Ziegenfelle, die zum großen Teil aus dem Auslande kommen. Sechs Wochen lang dauert der Gerbeprozeß. Wohl nur wenigen bekannt ist, daß zur völligen Zerstörung der Haarnarben und zum Weichwerden die Felle außer mit Kalk noch mit einem Auszug von Hundekot — wie übrigens auch bei uns — behandelt werden. Es ist eigentlich auffallend, daß an Stelle dieses wenig angenehmen und dabei kostspieligen Reagens — zirka 150000 M. kostet der Hundekot die Fabrik pro Jahr — noch kein anderes gefunden ist, zumal wenn man weiß, dass die Behandlung auch gefährlich ist. Es bedarf großer Übung, um gerade den richtigen Zeitpunkt zur Entfernung der Felle aus der Lösung abzupassen. Zu lange Behandlung verbrennt die Felle und zu kurze ist natürlich auch nicht gut. Gerade als ich da war, sollte ein Ersatzmittel, das von den Frankfurter Handelschemikern Popp und Becker angepriesen wurde, neuerdings probiert werden. Der erste Versuch hatte noch keine zufriedenstellenden Resultate geliefert.

Schließlich möchte ich noch eines Besuches des Edisonlaboratoriums, zirka 1 Stunde von New-York auf einer Anhöhe herrlich gelegen, gedenken. Edison hatte zugesagt, mich persönlich zu empfangen; ich war enttäuscht, ihn doch nicht anzutreffen,

da gerade zu dieser Zeit sein Sohn in eine Skandalgeschichte verwickelt war und er den Reportern entfliehen wollte. Abgeholt wurde ich von einem Automobil, das mit den neuen Edisonakkumulatoren ausgerüstet war. Nach den Erfahrungen auf dieser Fahrt müssen die Akkumlatoren gegen Erschütterungen nicht empfindlich sein, denn wir nahmen mit solcher Vehemenz tiefe Löcher, daß man sich in acht nehmen mußte, nicht aus dem Wagen geschleudert zu werden. Sie setzen dort große Hoffnungen auf den Akkumulator für Traktionszwecke. In Deutschland ist jetzt ein besonderes Unternehmen für den Vertrieb gegründet worden, und wir werden nächstens Gelegenheit haben, uns selbst von der Brauchbarkeit dieser neuen Erfindung Edisons überzeugen zu können. Ein gebrauchsfertiger Akkumulator, der mir halb und halb für mein Laboratorium zugesagt wurde, ist bisher leider nicht in meine Hände gelangt.

Sehr interessant war es mir, von einem Assistenten etwas über die Arbeitsweise von Edison, den wir zu den erfolgreichsten Erfindern zählen können, zu erfahren. Wenn er eine neue Idee verfolgt, dann arbeitet er Tag und Nacht. In einem kleinen Verschlage steht ein Bett, auf das er sich, wenn er müde wird, für einige Stunden hinlegt. Die Zahl der Assistenten und Mechaniker ist sehr verschieden, sie steigt bis auf je 1 Dutzend. Lange halten es die Assistenten meistens nicht bei ihm aus; die Gehälter sollen nicht besonders glänzend und er selbst auch etwas wetterwendisch sein. Eine große Anzahl Laboratoriums- und Werkstatträume sind vorhanden, unmittelbar daneben befindet sich die Fabrik für Phonographen und Kinematographen, die ich auch besichtigte. Großartig ist der Bibliotheksraum, jedoch sind die Zeitschriften und Bücher nur bis zum Jahre 1891 gebunden und geordnet, alle neueren liegen unordentlich zusammengestapelt, und Edison ist nicht zu bewegen, trotz des Drängens von seiten der Assistenten, einen wissenschaftlich gebildeten Mann für einige Zeit dort hinzusetzen und die Sache in Ordnung bringen zu lassen. Mit einiger wohl verzeihlicher Genugtuung vernahm ich bei dieser Gelegenheit, daß Edison seine elektrochemischen Kenntnisse zum Teil aus der englischen Übersetzung meines Lehrbuches gewonnen hat.

Zum Abschied wurde mir der neueste verbesserte Phonograph vorgeführt, der die menschliche Stimme mit wirklich hervor-

ragender Deutlichkeit wiedergibt. Da wohl nur der kleinste Teil der Anwesenden selbst in einen Phonographen hineingesprochen und sodann seine eigene Stimme zu hören bekommen hat, so will ich darauf aufmerksam machen, daß man die Stimmen anderer bekannter Personen ausgezeichnet erkennt, die eigene jedoch ganz fremd findet, man glaubt ganz anders zu sprechen als man sich sprechen hört. Das liegt daran, daß der Ort, von dem die Stimme ertönt, eine ganz andere Lage hat; die Wirkung auf das Gehör ist eine andere, je nachdem die Stimme aus dem eigenen Munde oder von einer beliebigen Stelle des Zimmers aus ertönt. Diese Walze, auf der die gegenseitigen Komplimente, die wir uns sagten, fixiert sind, wurde mir zum Andenken überreicht: ein Danaergeschenk, denn nun bin ich doch moralisch genötigt, mir einen Phonographen, den sie mir nicht mitschenkten, zu kaufen.

Man darf eigentlich nicht von Amerika schlechtweg sprechen, sondern man muß hinzufügen, ob man den Osten oder den Westen meint; denn diese beiden bilden sehr große Gegensätze. Im Osten, speziell in Washington, Baltimore, Philadelphia, New-York, Boston findet man europäischen Komfort und europäische geistige und leibliche Genüsse. Wir haben es hier mit einer hochentwickelten Industrie und einem hochentwickelten Verkehrswesen zu tun. Es ist erstaunlich, wie stark auch an kleineren Orten der elektrische Vorortverkehr entwickelt ist. Einheitspreis 5 Cent, bezeichnend für den Geldwert. Eine nachahmenswerte Einrichtung habe ich übrigens mitunter gesehen. Falls bei uns dem Wagenführer, der den Einschalter handhabt, bei voller Fahrt ein Unglück irgend welcher Art zustieße, würde der Wagen weiterrasen und bei der nächsten Kurve wahrscheinlich umfliegen. In Amerika wird der Kontakt überhaupt erst dadurch hergestellt, daß der Führer bei der Betätigung des Einschalters gleichzeitig mit der Hand einen Knopf herunterdrückt. Läßt er die Hand los, so geht der Knopf in die Höhe und es hört bei jeder Stellung des Einschalters der Strom auf.

Was die Schnelligkeit der Eisenbahnzüge anlangt, so sind die bei uns herrschenden Vorstellungen davon doch wohl übertrieben. An der Hand des Kursbuches habe ich konstatiert, daß die schnellsten Eisenbahnzüge auf längeren Strecken incl. Aufenthalt eine Durchschnittsgeschwindigkeit von nicht ganz 90 km im besten Fall erreichen. Es sind aber nur wenige, welche 80 km

überschreiten und die führen stolze Titel wie Empire state Expreß oder Exposition flyer.

Die Sache wird aber ganz anders, wenn man nach dem Westen kommt. Wo dieser anfängt und der Osten aufhört, ist eine offene Frage. Chicago wird man zum Osten rechnen können, ohne auf Widerspruch zu stoßen, wenn auch diese Stadt wenig geliebt und etwas verächtlich als big town, aber nicht als Großstadt von den New-Yorkern bezeichnet wird. Dagegen würde man bei dem Versuch, St. Louis als zum Osten gehörig zu betrachten, an der Ostküste auf den entschiedensten Widerspruch stoßen, während die St. Louiser selbst natürlich über die Zurechnung zum Westen entrüstet wären. Ich persönlich bin allerdings sehr geneigt, St. Louis zum Westen zu rechnen.

Also wie gesagt, im Westen hat alles ein anderes Aussehen. Die mit Aussichtswagen, Badeeinrichtung, Rasierstube gut und bequem eingerichteten Züge gehen erheblich langsamer, von Minneapolis ab auf der North-Western-Pacific-Bahn machten wir, trotzdem sehr wenig gehalten wurde, durchschnittlich kaum 40 km die Stunde. Die Gegend, zuerst noch fruchtbar, wurde immer einförmiger und öder. Nach etwa 44stündiger Fahrt (von Chicago aus gerechnet) kamen wir nach Gardener, dem Eingangspunkt zum Yellowstone Park. Das Land ähnt hier einer Wüste, nur die nicht zu fernen Berge bringen Abwechslung herein.

Zwei Gesellschaften sind vorhanden, mit deren Hilfe man die Sehenswürdigkeiten des Parkes in Augenschein nehmen kann: die Transportation Company und die Company des Mr. Wylie. Erstere besitzt mehrere Hotels, die in der Nähe der Hauptsehenswürdigkeiten stehen, letztere nur sogenannte Permanent camps, d. h. Zeltlager. Gewöhnlich macht man eine sechstägige Tour, bezahlt eine bestimmte Summe an eine der Gesellschaften und hat dafür freie Verpflegung, Logis und Beförderung. Pferde und Wagen sind gut, an einzelnen Tagen werden bis zu 70 km zurückgelegt.

Mir war von einem bekannten Amerikaner, der die Tour vor einigen Jahren gemacht hatte, geraten worden, mich der Wylie Company anzuschließen, weil man bei dieser Gesellschaft mit den übrigen Mitwirkenden näher in Berührung kommt und so Gelegenheit hat, Amerikaner aus dem Mittelstande kennen zu lernen;

auch das Leben bei Sternenschein und Lagerfeuer (andere Beleuchtung gibt es des Abends nicht) sei sehr omantisch. Mein Reisegefährte — Kollege Benoit von hier — und ich folgten denn auch diesem Rat, nur die erste Nacht verbrachten wir in dem bei Mammuth hot Springs gelegenen Hotel. Nun, ich muß gestehen, in der Erinnerung ist es ja recht schön, fünf Nächte in Zelten kampiert zu haben, wenn wir aber berücksichtigt hätten, daß der Park so hoch wie die Spitze des Faulhorns, etwa 2700 m hoch, liegt und in der Nacht häufig starker Frost auftritt, so hätten wir doch vielleicht die Hotels vorgezogen. Gefroren haben wir gründlich bei dieser Partie, namentlich in der letzten Nacht, wo wir nur über ein sogenanntes Touristenzelt verfügten, das sehr viel primitiver war als die großen Zelte, die bei feuchter Witterung und des Morgens zum Anziehen und Waschen vermittelst eines kleinen Ofens erwärmt werden konnten. Auf ein Glas Wein zur Erwärmung mußten wir auch verzichten, da Spirituosen überhaupt nicht verkauft wurden.

Wohl infolge spezieller Empfehlung bekam ein jeder von uns zweien ein eigenes Bett. Ich war aber nicht wenig erstaunt, zu sehen, daß von den übrigen Mitreisendeu stets je zwei in ein Bett gelegt wurden. Das scheint in Amerika Sitte zu sein, in den meisten Hotels sind die Betten 1,5 m breit, enthalten zwei neben einander liegende Kopfkissen und werden vielfach von zwei Personen benutzt. In manchen Hotels steht angeschlagen, daß, falls zwei Personen in einem Bett schlafen, der Preis pro Bett sich verdoppelt. Anders ist es aber merkwürdigerweise in den Pullmannwagen. Hier wird nur für das Bett resp. für den Platz bezahlt. Infolgedessen findet man, daß oftmals die Betten von zwei Personen besetzt werden, insbesondere von Ehepaaren oder jungen Mädchen. Die Betten sind ja verhältnismäßig breit, 1 m, da aber 24 Betten sich in einem Raum befinden, die Betten gegen den gemeinschaftlichen Mittelgang nur durch Vorhänge abgegrenzt sind und das An- und Auskleiden im wesentlichen sich im Bette selbst abspielen muß, so gehört immerhin eine gewisse Übung und, falls man ein upper berth hat, auch turnerische Geschicklichkeit dazu, wenn zwei Personen mit einem Bett auskommen wollen. In den 16 Nächten, die ich in Amerika im Schlafwagen zugebracht habe, habe ich stets eine große Anzahl von Betten doppelt besetzt gesehen.

Um auf den Park wieder zurückzukommen, so ist man in bezug auf den Waldbestand enttäuscht. An Stelle der alten Baumriesen, die man erwartet, findet man meistens jungen Bestand. Die vielen Waldbrände, die hier gewütet haben, sind die Ursache; man kann noch jetzt viele Hektare früheren Waldes sehen, auf denen die völlig angekohlten, aber noch aufrecht mit schwarzen Zweigen dicht neben einander stehenden Stämme ein gespenstiges Aussehen haben. Seit der Park 1872 zum Nationalpark erklärt worden ist, haben diese Brände aufgehört; es soll jetzt alles in dem Zustande bleiben, den die Natur hervorbringt; außer den vier Hotels dürfen keine weiteren Häuser neu gebaut, kein Stein, kein Baum darf entfernt werden, und Militär, das an verschiedenen Punkten liegt, sorgt für strenge Befolgung der Vorschriften, deren Übertretung sehr unangenehme Folgen hat. Man hat so hier Gelegenheit, z. B. den Verwesungsprozeß an den umgestürzten Baumstämmen, die ja auch nie entfernt werden, zu verfolgen. An einzelnen Stellen ist der Stamm noch gut erhalten, an andern ist nur noch feiner Holzstaub zu erkennen, stellenweise ist keine Spur von einem früheren Stamm mehr zu sehen, dem folgt wieder ein leidlich erhaltenes Stück.

Die Hauptsehenswürdigkeiten des 8500 qkm großen Parkes (Baden hat etwas über 15000 qkm) sind die Fumarolen, heißen Quellen, und die Geysir. Als letztere bezeichnet man diejenigen heißen Quellen, die in gewissen Zwischenräumen erhebliche Wasser- und Dampfmengen in die Luft schleudern, ohne daß natürlich eine scharfe Grenze zwischen Geysirn und heißen Quellen besteht Denn auch letztere sind nicht immer ruhig, sondern geraten von Zeit zu Zeit in heftige Bewegung, unter gleichzeitiger starker Dampfentwicklung. Über 3000 heiße Quellen und Geysir sind zu verzeichnen, rechnet man jedoch alle Fumarolen etc. hinzu, so geht die Zahl in die 10000. An einzelnen Stellen, z. B. am upper Geysir Basin, am Midway, Norris etc. Basin liegt ein Geysir am andern, der ganze Boden erscheint unterminiert und bei klarem Sonnenschein oder auch bei Mondlicht (wir hatten gerade Vollmond) macht die ganze Szenerie einen dämonischen und überwältigenden Eindruck. Bis 75 m hoch schleudern die einzelnen Geysir ihre Wassermassen. Einer der schönsten und getreuesten ist der Old Faithfull; er springt alle 65 Minuten. Zuerst beginnt er klein, steigt dann nach etwa 1 Minute zu

seiner vollen Höhe von 40 m an, behält sie 1—2 Minuten bei und sinkt dann zurück. Nach 4—5 Minuten ist alles wieder ruhig, nach 60 Minuten beginnt das Spiel von neuem. Andere Geysir springen in andern Zwischenräumen mehr oder weniger regelmäßig. Sehr eigenartig anzuschauen sind auch die aus Kalkstein oder Kieselsinter bestehenden Gesteinsgebilde, die sich um die Geysir in wunderlichen Formen und herrlich gefärbt angesetzt haben. Das heiße herausgeschleuderte Wasser hat sich nämlich entweder mit Kalkstein gesättigt, das den mächtigen Grundstock des Plateaus bildet, oder mit Rhyolit, einem vulkanischen Silikatgestein, das in einigen 100 m dicken Schichten aufgelagert ist, und beim Abkühlen und Verdunsten hinterbleiben dann die erwähnten wunderlichen Formationen.

Die prächtigen Färbungen sind nur zum kleinen Teil anorganischen Ursprungs; sie rühren größtenteils von kleinen Pflanzenorganismen, von Algen, her, die schon bei zirka 80° C lebensfähig sind. Je niedriger die Temperatur des abfließenden Wassers mit steigender Entfernung von der Auswurfstelle wird, desto höhere organische Formen können gedeihen. Durch eingehende Untersuchungen ist festgestellt worden, daß manche Algenformen in bestimmten Temperaturgrenzen blühen und daß die für gewisse Spezies charakteristischen Farben an solche Temperaturen gebunden sind; ja man kann nach der Natur der vorkommenden Algen die Temperatur des sie berieselnden Wassers feststellen. Diese Überlegungen und Erfahrungen erklären auch den Umstand, daß die Quellen vielfach mit konzentrischen Ringen umgeben sind, von denen jeder seine eigene von den der andern verschiedene Farbe besitzt.

Aus manchen Quellen steigen CO_2 oder H_2S haltige Dämpfe auf, und gelbe Schwefelfäden finden sich massenhaft in der Umgebung, andere Quellen wieder sind arsenhaltig. Es gibt auch eine Anzahl rosa oder gelb gefärbter Schlammquellen, die mit einem sonderbar puffenden Ton kleine Schlammassen emporschleudern, die dann in blumenähnlichen Formen zurückfallen.

Es sind unvergeßliche Eindrücke, die man aus diesem Wunderlande mitnimmt. Daß die Phantasie der Indianer und der ersten weißen Besucher dieses Landes mächtig erregt wurde, und allerlei Sagen und abenteuerliche Geschichten entstanden, wird uns danach nicht in Erstaunen versetzen. Eine dieser

Sagen meldet, daß auf Flaschen gefülltes Geysirwasser noch eine große Sympathie für die Quelle besitzt, der es entstammt; sie äußert sich darin, daß während einer Eruption das Wasser in der Flasche in heftige Wallung geräht, ja manchmal den Stopfen heraustreibt oder die Flasche in tausend Stücke zertrümmert. Diese Sympathie erlischt erst, wenn die Flasche aus dem Bereich des Parkes ist.

Zur Erklärung der Tätigkeit der Geysir, womit sich schon Bunsen beschäftigt hat, muß man sich einmal daran erinnern, daß der Siedepunkt des Wassers mit steigendem Druck ansteigt, und zweitens wissen, daß, auch wenn die richtige Siedetemperatur erreicht ist, das Wasser nicht stets sofort zu sieden beginnt, sondern häufig in den sogenannten überhitzten, einen sehr labilen Zustand kommt, bei dessen Störung das Wasser dann mit so großer Heftigkeit ins Sieden gerät, daß der herausströmende Dampf mehr oder weniger Wasser mit emporreißt. Das Oberflächenwasser speist die Geysirschachte und wird durch das unten liegende heiße Gestein erwärmt, die Siedetemperatur des unten befindlichen Wassers liegt infolge des Druckes der darüber befindlichen Wassersäule höher, diese Temperatur wird leicht erreicht und überschritten, und durch Flüssigkeitsströmungen wird auch das obere Wasser über seine niedrigere Siedetemperatur erhitzt. Durch thermometrische Messungen hat man übrigens direkt bei vielen Quellen eine über der Siedetemperatur liegende Temperatur des oberen Wassers festgestellt. Erreicht nun der Zustand der Überhitzung eine gewisse Höhe, so kann er nicht länger bestehen bleiben, die Wassersäule beginnt oben (oder auch an einem andern Punkt) zu sieden, indem gleichzeitig Dampf und Wasser emporgeschleudert werden, dadurch sinkt die Höhe der Säule bzw. des Druckes und das unten befindliche Wasser, das dadurch in einen viel zu starken Zustand der Überhitzung gerät, fängt ebenfalls heftig zu sieden an, und es wird indem sich diese Aufhebung der Überhitzung bis zum Fuße der Säule fortpflanzt, die ganze Wasser- und Dampfmasse mit ungeheurem Getöse hoch emporgeworfen. Ist der Krater entleert, so füllt er sich allmählich mit Oberflächenwasser, das mehr oder weniger langsam erwärmt wird, und das Spiel wiederholt sich von neuem.

Dieser Zustand der Überhitzung, der, wie Sie sehen, eine wichtige Rolle spielt, läßt sich nun leicht künstlich verhindern bez. aufheben. Im allgemeinen genügt schon das Hereinhalten

oder -werfen eines Gegenstandes. Daraus erklärt sich die Beobachtung, daß manche Quellen anfangen außer der Zeit zu springen, wenn Steine hereingeworfen werden. Unangenehmer war diese Erscheinung für einen Chinesen, dem man vor vielen Jahren die Erlaubnis gegeben hatte, an einer ganz ruhigen und und versteckt liegenden Quelle Wäsche zu waschen. Kaum hatte er damit begonnen, so begann die sonst so ruhige Quelle zu seiner höchsten Überraschung zu springen und seine Wäsche weit fortzuwerfen.

Die Flüssigkeitsströmungen der heißen Quellen lassen sich bequem demonstrieren, indem man ein Taschentuch in das die Quelle umgebende Becken hineinwirft; es wird bald von einer am Boden des Beckens entlang ziehenden Strömung, die das abgekühlte Wasser nach unten führt, erfaßt, verschwindet in dem Quelloch und taucht nach einigen Minuten mit der warmen Strömung wieder auf. Über die Tiefe der Quellen sind die Angaben unsicher; dort wurde mir erzählt, daß man in einigen mehrere 1000 Fuß gelotet hätte, ohne auf Grund zu kommen.

Die Regenmenge auf diesem Plateau ist sehr reichlich, und so finden wir hier auch einen großen See, 2360 m hoch, auf dem ein Dampfschiff, das höchste der Welt, fährt. An dem Ufer dieses Sees befinden sich auch viele heiße Quellen, und so kann man bequem, ohne einen Schritt gehen zu müssen, sich im kalten See eine Forelle fangen und sofort in der heißen Quelle kochen.

Einen Punkt von bezaubernder Schönheit bietet schließlich der Abfluß des Sees dort, wo er sich ein tiefes Bett gegraben hat. Ich kann Ihnen diesen Cañon des Yellowstoneflusses im Bilde vorführen. Die verwitterten Rhyolitfelsen leuchten in allen Farben mit der Grundfarbe gelb und zeigen die kühnsten Spitzen und Zacken, auf deren unzugänglichsten sich Adler ihre Nester gebaut haben.

Früher herrschte in den Gebieten des Yellewstoneparkes Jagdfreiheit, nachdem jedoch die Vernichtung des ganzen Wildstandes nahegerückt war, wurde die Jagd verboten. Diesem Verbot ist es zu danken, daß man dort Gelegenheit hat, prächtige Elke und wilde Bären, auch noch einige Exemplare Büffel, diese allerdings eingezäunt, zu sehen. In der Nähe der Hotels und permanent Camps sind Futterplätze eingerichtet, an denen die Bären, mitunter in Trupps von zwölf und mehr, zu bestimmten Zeiten sich

einzufinden pflegen. Man kann hier nahe an sie herangehen; eine Amerikanerin von unserer Gesellschaft näherte sich unter Benutzung eines umgestürzten Baumstammes derart den Bären, daß sie sie mit ausgestrecktem Arm hätte berühren können. Als sie dies jedoch wirklich tun wollte, wandte sich der eine Bär zähnefletschend gegen sie und brachte sie von ihrem Vorhaben ab. Im allgemeinen sind ja die Bären, wenn sie nicht gereizt werden, den Menschen nicht gefährlich, doch kommen nicht selten Verwundungen vor. Tags zuvor war, wie man uns berichtete, an einem andern Platze ein Knabe arg zerfleischt worden, und es hätte auch der oben erwähnten Dame ihre Kühnheit schlecht bekommen können.

Viel des Interessanten und Großartigen hatten die sechs Tage im Park uns geboten; ich war aber schließlich doch froh, aus dem Zeltbett für die nächsten zwei Nächte wieder in den mir jetzt besonders komfortabel erscheinenden Pullmannwagen zu kommen, der uns nach Portland an der Pacifischen Küste führte. Schon bei der Abfahrt vom Park fiel es mir auf, daß auf den am Horizont sichtbaren hohen Bergen ein leichter Dunst lagerte; dieser verstärkte sich zusehends, je mehr wir uns der Küste näherten. Die Ursache blieb uns nicht lange verborgen, bald sahen wir zur rechten und zur linken Bäume, die entweder mit heller Flamme brannten oder nur langsam unter um so stärkerer Rauchentwicklung schwelten. 40 Stunden lang fuhren wir durch brennenden Wald, mitunter war der Rauch so dick, daß man auf 50 m Entfernung nichts mehr sehen konnte. Ich hätte eine derartige Waldverwüstung durch Brand, wie sie im Westen Amerikas, insbesondere auf dieser, aber auch auf andern Strecken zu beobachten war, nicht für möglich gehalten. Ungeheure Werte werden hier zerstört und in absehbarer Zeit wird von dem ganzen Waldbestande, wenn dieser Verwüstung nicht Einhalt getan wird, nicht mehr viel übrig sein. Das hat auch die amerikanische Regierung eingesehen und bereits erhebliche Summen für Aufforstung in den Etat eingestellt.

Und die Ursachen der Waldbrände? Funken von der Lokomotive; ich habe mir sagen lassen, daß von den Heizern auch brennende Kohlen direkt aus der Feuerung nur aus Übermut in den ausgetrockneten Wald geworfen werden. Ferner Nachlässigkeit der Indianer, die man auf den Stationen und vom Zuge aus

vielfach beobachten kann. Mir scheinen diese Ursachen aber zur Erklärung für die an so vielen einzelnen Stellen zu beobachtenden Brände nicht genügend; ich bin zur Vermutung gekommen, daß hier auch Selbstentzündung vorliegt. Man läßt ja das Holz dort völlig zu Staub vermodern, und es erscheint mir a priori denkbar, daß unter dem Einfluß der brennenden Sonnenstrahlen dieses feine Pulver, ähnlich wie fein verteiltes Eisen, so lebhaft mit dem Sauerstoff der Luft reagiert, daß sich schließlich ein vollständiger Brand daraus entwickelt. Vielleicht hat einer von den Anwesenden Erfahrung in betreff dieses Gegenstandes.

Als das zweite Wunder Amerikas wird das Yosemite-Valley bezeichnet. Es ist dies ein Tal, umgeben von Felsmassen, die zu ungeheurer Höhe aufsteigen und von denen zur Regenzeit mächtige Wasserfälle herabstürzen. In gleicher Wildheit und Großartigkeit haben die Alpen kein Tal aufzuweisen. Da man aber, um dieses eine Tal zu sehen, 1½ Tage hin und 1½ Tage zurück vierspännig meistens in rasendem Tempo auf derart staubigen Wegen fahren muß, daß Kleider, Haare und Gesicht mit einer dicken Staubschicht belegt und Mund, Nase und Augen völlig verklebt sind, so kann der Besuch nicht besonders empfohlen werden. Interessanter und lohnender war die hiermit verbundene Seitentour zur Besichtigung der big trees. Über 300 außergewöhnlich mächtige Bäume, eine Pine-Art, stehen auf einem Raum von wenigen qkm. Sie haben ihre Existenz wahrscheinlich dem Umstande zu danken, daß die früher hier hausenden Indianer die Gewohnheit hatten, von Zeit zu Zeit das Unterholz abzubrennen. Dadurch bekamen die übrig bleibenden Stämme Licht und Luft. Die meisten sind angekohlt, aber gesund. Der höchste hat 99 m, der dickste in Manneshöhe einen Durchmesser von zirka 10 m. Durch einige, die hohl sind, fuhren wir vierspännig hindurch, doch sind dies keineswegs die stärksten.

Um den furchtbaren Staub unschädlich zu machen, hat man zirka 50 km des Wegs mit Öl besprengt; wohl infolge der hohen Kosten ist das Besprengen nicht weiter fortgesetzt worden. Nach meinen Erkundigungen betragen die Kosten pro Kilometer zirka 1000 Mark für genau eine Wagenbreite Bahn. Die ersten 3—4 Jahre soll das Sprengen jährlich einmal wiederholt werden, dann soll der Weg für eine Reihe von Jahren gut sein. In der Tat war der Weg völlig staubfrei; für die Pferde ist er in den

ersten Jahren nicht angenehm, die Masse backt etwas und sie laufen sich die Füße heiß. Derartige Wege habe ich auf kleineren Strecken auch in San Franzisko und Los Angeles angetroffen. Das Öl selbst ist billig und wird in und bei Los Angeles in großen Massen gewonnen. Man sieht dort, mitten zwischen den Villen, hunderte von Bohrtürmen; vermittels eines ganz primitiven Pumpbetriebes wird das Öl aus Tiefen von 300—500 m gehoben. Die Bohrlöcher liegen vielfach ganz dicht nebeneinander, gehören aber augenscheinlich zu verschiedenen Reservoiren, da die Tiefe, aus der das Öl gewonnen, sehr stark variiert.

Die Entdeckung dieser Ölfelder liegt kaum ein Jahrzehnt zurück. Daß dabei von einzelnen mühelos Millionen gewonnen, ist nicht wunderbar. Es wurde dort erzählt, daß ein Mann einem andern 100 Doll. geliehen hatte, und von diesem, da er nicht zahlen konnte, vor 10—15 Jahren dafür 100 Acres Land in der jetzigen Ölgegend erhielt. Nach einigen Jahren verkaufte er das Land für 2 Millionen Doll.

Von der schönen Lage und dem wunderbaren Klima von San Franzisko und den andern pazifischen Orten will ich nicht viel sprechen, das ist ja bekannt. Im Sommer allerdings ist der Eindruck, den man bekommt, nicht der günstigste. Denn von Ende Mai bis Anfang Dezember fällt kein Tropfen Regen in San Franzisko und alles ist verdorrt; nur an einigen Plätzen, wo künstliche Bewässerung herrscht, grünt und blüht alles in üppigster Pracht. Am Regenschirm erkennt man dort unweigerlich den Fremden zu dieser Zeit. Die Temperatur ist Sommer und Winter nahezu gleich und sehr angenehm frisch; Ende August wurde es des Nachmittags, wenn die frischen Seewinde kamen, sogar empfindlich kühl, gegen Abend wärmer. Das Getreide und Gras wächst im Winter, die Ernte fällt in den Mai.

Geht man jedoch ins Innere, näher an das Gebirge, die Sierra Nevada, heran, so wird die trockene Hitze immer drückender. Hier entwickelt sich eine halbtropische Vegetation in Kalifornien, und Birnen, Pfirsiche, Weintrauben und andere Früchte werden täglich, frisch oder getrocknet bzw. eingemacht, in vielen Wagenladungen nach dem Osten gesandt. Fresno ist der Mittelpunkt für Obstkultur und Rosinenbereitung. Letztere geschieht einfach in der Weise, daß die gepflückten Weintrauben in flachen

Körben auf dem Felde genügend lange der Sonne ausgesetzt werden, denn regnen, wie gesagt, tut es ja im Sommer nicht.

In Fresno hatten wir auch Gelegenheit, eine Konservenfabrik, in der Pfirsiche eingemacht werden, zu besichtigen. Die für das feine Obst bestimmten Pfirsiche werden mit der Hand geschält, die andern in Hälften geschnitten, in kochendes angesäuertes Wasser getan und mit Maschinen geschüttelt. Hierdurch werden sie von der Pelzhaut befreit, doch bleibt eine etwas härtere Oberflächenschicht zurück. Gut gewaschen werden sodann die halben Pfirsiche mit der Hand in Blechbüchsen gepackt und gewogen — ein Mindestgewicht muß erreicht sein, sonst muß nachgepackt werden, ist zu viel darin, so macht das nichts. Die Büchsenöffnung wird mit einem passenden Blechstück bedeckt, das in der Mitte ein kleines Loch hat, und die Büchsen auf drehbare Platten gestellt, wodurch ein schnelles Löten ermöglicht wird. Nun wird die Büchse mit dem noch rohen Obst für 15—35 Minuten, je nach der Qualität des Obstes, in siedendes Wasser gestellt, das Loch sodann zugelötet, worauf die Büchsen zur Prüfung, ob alles dicht ist, nochmals in heißes Wasser gestellt werden. Das Auftreten von Blasen verkündet eine etwaige Undichtigkeit. Sehr sinnreiche maschinelle Vorrichtungen für kontinuierlichen Betrieb waren vorhanden.

Auf der Rückreise von Los Angeles nach dem Osten lernte ich das dritte Wunder der Vereinigten Staaten, den Grand Cañon des Kolorado, kennen, der durch die aushöhlende Tätigkeit des Wassers im Zeitraum vieler Jahrtausende entstanden ist. Ein ungeheurer Abgrund von zirka 500 km Länge, etwa 20 km Breite und einer Tiefe bis zu 2 km breitet sich hier vor den erstaunten Augen des Reisenden aus. Tief unten, dem Auge nur als dünnes silbernes Band sichtbar, fließt der mächtige Strom. Die ihn einschließenden Felswände, an manchen Stellen durch Quertäler durchbrochen, sind in gewaltige Felsen zerspalten, die durch tiefe Einschnitte von einander getrennt sind. Wenn man am Rande steht und hinunter schaut, so hat man den Eindruck, als ob ein vollständiges Gebirge mit seinen vielgestaltigen Höhen und seinen Tälern zu den Füßen liegt. Die Felsen zeigen, namentlich im Sonnenschein, wunderbar leuchtende Farben, mit dem Grundton Rot, und man kann an den Wänden die verschiedenen geologischen Perioden bis zu den Granitfelsen der Urzeit beobachten.

Man muß ja zugestehen, daß diese sogenannten Weltwunder, insbesondere der Yellowstone Park und der Grand Cañon, ferner der überaus imposante Niagarafall Erscheinungen sind, denen wir in Europa nichts an die Seite zu stellen haben. Wir staunen hier etwas Gigantisches an, das unser Interesse aufs Höchste erregt. Aber die Natur ist zu gewaltig, als daß ihre Sprache in unserm Herzen einen Wiederhall finden könnte. Die Schönheit Italiens, unserer Alpenländer und Mittelgebirge kann jene Natur uns nicht ersetzen. Während die Sehnsucht mich immer wieder zu diesen Gegenden zurückführt, wird es mir nicht schwer fallen, auf das Wiedersehen jener Wunder zu verzichten.

Wenn wir ferner bedenken, wie weit diese einzelnen Punkte von einander entfernt, wie mühselig sie zu erreichen sind, welch öde Strecken Landes man zu durchfahren gezwungen ist, und anderseits in Betracht zieht, daß in Europa die Schönheiten nahe zusammen liegen. und man überall auch auf alte Kultur und reiche Kunstschätze stößt, dann werden wir verstehn, daß auch die Amerikaner selbst es meistens vorziehen, zur Erholung nach Europa zu gehen anstatt einen jener Punkte aufzusuchen. Ich habe mich an allen drei Punkten nach der jährlichen Besuchsziffer erkundigt, sie schwankte zwischen 10 und 20 000 für jeden Ort, eine verschwindende Zahl bei 90 Mill. Einwohner, zumal die Reklametrommel eifrig gerührt wird. Ein nicht unerheblicher Bruchteil fällt zudem noch auf die Ausländer. Der Besuch des leicht erreichbaren Niagarafalls ist natürlich ungleich größer, dorthin werden oftmals Extrazüge abgelassen.

Wir konnten froh sein, die Rückfahrt nicht 14 Tage früher angetreten zu haben, denn ein großer Wolkenbruch hatte zu der Zeit den Verkehr völlig unterbrochen. Die Santa Fé-Eisenbahn mußte stellenweise verlegt werden, da der bisherige Damm weggerissen und die Brücken zerstört waren. Jetzt fuhren wir an jenen Orten ganz langsam über einen provisorischen Knüppeldamm. Diese Passage war nicht sehr angenehm, und der Anblick völlig zertrümmerter Eisenbahnwagen, den wir zudem auf einer Station genossen, war eine besondere kräftige Ermahnung an die Vergänglichkeit alles Irdischen.

Nach den vielen anstrengenden Fahrten winkte uns St. Louis. Da hofften wir wieder den gewohnten Komfort und behagliche Räume anzutreffen. Leider hatten wir aber die Rechnung ohne

das Hotel Inside Inn gemacht, in dem wir ein Zimmer vorausbestellt hatten. Dieses Hotel bot insofern Annehmlichkeiten, als es allein auf dem Ausstellungsgelände lag, und seine Bewohner den großen Weg von und zur Stadt sparten. Es faßte zirka 5- bis 6000 Personen und war ganz aus Holz gebaut. Ich will nicht die dort erfahrenen Kümmernisse aufzählen, ich will nur bemerken, daß ich selten so froh war als zur Stunde, da ich es lebendig verließ. Denn die Chancen fürs Lebendigverbranntwerden waren noch niemals in meinem Leben so günstig wie dort. Zwar waren Feuerleitern an jedem Fenster außen vorhanden, da aber die meinige zu einem allseitig umschlossenen Hof führte, konnte ihre Benützung unter Umständen erst recht verderblich werden. Nur die vielen des Nachts in den Gängen vorhandenen Feuerwachen gaben ein gewisses Sicherheitsgefühl.

Über die Ausstellung selbst haben Sie ja genug Berichte gelesen, so daß ich auf Einzelheiten nicht eingehen will. Die Anlage der ganzen Ausstellung machte auf mich einen großartigeren Eindruck als in Paris, auch die Gebäude waren zum Teil imposanter. Das Glanzstück war jedoch die Illumination. Es klingt dies für eine Ausstellung etwas merkwürdig, die Tatsache besteht aber. Ich habe doch auch schon manche Illumination gesehen, wurde aber von diesem Anblick völlig überwältigt. Eine unglaubliche Lichtverschwendung wurde getrieben, hunderttausende von Glühlampen brannten täglich von Eintritt der Dunkelheit bis 11 Uhr. Die Helligkeit war so groß, daß man nicht, wie gewöhnlich, nur die Reihen der Lichtpunkte an den Gebäuden sah, während die Häuser selbst im Dunkel lagen, sondern die Konturen der Gebäude waren deutlich erkennbar, und dieser Umstand erhöhte die Wirkung auf den Beschauer ganz erheblich. Die tiefgehendste Wirkung lag jedoch darin, daß die ganze Ausstellung während der größten Zeit der abendlichen Illumination völlig leer war, weil die Menschenmasse sich auf dem abseits liegenden Vergnügungsmarkt befand. Ich kann nur sagen, ich glaubte ein Märchen aus 1001 Nacht zu erleben, als ich einsam zwischen den wunderbar beleuchteten Palästen, Gärten und Wasseranlagen herumwandelte.

Der Inhalt der Ausstellung fiel unvorteilhaft gegen das Äußere ab. Die Anordnung der Ausstellungsgegenstände war nicht gut, zusammengehörige Gegenstände auseinander gerissen, speziell die

Chemie, die manches Interessante bot, völlig zerstreut. Sodann waren zu viel Wiederholungen da. Vor allem gab es zu viel Verkaufsstände, die dem ganzen den Charakter eines Jahrmarktes aufdrückten. Die Beteiligung der amerikanischen Industrien selbst war recht mangelhaft, und die Ausstellung gab kein Bild von dem augenblicklichen Stande der dortigen Industrie, und mir scheint, daß die Zurückhaltung der deutschen Industrie berechtigt gewesen ist. Deutschland erzielte besonderen Erfolg durch seine Lehrmittel, feinen Instrumente und verwandten Gegenstände, deren Ausstellung unter besonderer Beihilfe der Regierungen stattgefunden hatte. Von andern Ländern ragte Japan hervor, während der russische Teil einen geradezu kläglichen Eindruck machte. Er bestand nämlich aus Verkaufstischen, die nicht fertig aufgeschlagen waren — augenscheinlich hatte das Geld dazu oder zum Forträumen nicht mehr gereicht. Nur ein oder zwei Händler repräsentierten das russische Reich.

Die letzte Zeit meines Aufenthalts in Amerika benutzte ich insbesondere zum Besuch großer Institute und bekannter Hochschullehrer, die gerade von den Ferien zu dieser Zeit zurückgekehrt waren. Außer den beiden kalifornischen Universitäten, die ich eingehend besichtigt hatte, sah ich mir genauer die Institute der John Hopkins, der Harvard Universität, des Technologischen Instituts in Boston, das noch im Bau begriffene Bureau of Standards in Washington, unserer physikalisch-technischen Reichsanstalt entsprechend, und ebendaselbst das geological survey an. Mein Gesamturteil kann ich dahin zusammenfassen, daß ich keine für mein Fach bemerkenswerte Neuerung dort gefunden habe und ich mein hiesiges Laboratorium mit keinem der dortigen vertauschen möchte. Auch der schulmäßige Drill der Studierenden, die strenge Beaufsichtigung des Kollegbesuchs und der gemachten Fortschritte halte ich nicht für nachahmenswert. Es ist ja richtig, daß bei dieser Handhabung Jahre, wie bei uns, von einem Einzelnen nicht verbummelt werden können, er wird bei Zeiten von der Hochschule drüben verwiesen. Es wäre aber doch verfehlt, auf diesen nicht zu großen Prozentsatz der Untüchtigen die Ordnung zuschneiden zu wollen. Was ich dort vermisse, ist die Erziehung zur Selbständigkeit; durch das dortige Zwangssystem wird die eigene Initiative und das Verantwortlichkeitsgefühl heruntergedrückt. Wie soll jemand im Leben selbständig

werden, wenn er noch als Student am Gängelbande geführt wird? Das Hauptziel, das die Hochschulen anstreben, soll die Schaffung an Geist und Charakter kräftiger Individuen sein; zu seiner Erreichung muß freier Spielraum gewährt werden.

Die soziale Stellung der Hochschullehrer kann sich meinen dortigen Erfahrungen nach nicht mit der Stellung bei uns messen. Gerade über diesen Punkt habe ich mich mit Leuten aus verschiedenen Berufen unterhalten und alle bestätigten, daß die dortige soziale Stellung keineswegs hervorragend sei. Der äußere Grund liegt wohl in der mäßigen Besoldung, die relativ recht niedrig ist; denn nirgends wird ja bekanntlich der Mensch so nach dem Dollar beurteilt, wie in Amerika. Über 3- bis 4000 Dollar steigt das Gehalt kaum; jedenfals sind die Personen, die mehr als 5000 Dollar erhalten, so selten, daß sie nicht mehr ins Gewicht fallen. Hiermit muß man die Besoldungen z. B. der Richter vergleichen. Es werden dort drei Richterstufen unterschieden, die niedrigste erhält 8000 Dollar, die höchste, zu der die Richter des Bundesgerichts in Washington gehören, erhält 20000 Dollar. Letztere und, wenn ich nicht irre, neuerdings auch die Richter der mittleren Stufe mit 14000 Dollar sind lebenslänglich angestellt. Pensionen fehlen. — Als innerer Grund für das nicht so hohe Ansehen der Professoren ist wohl die Tatsache anzusehen, daß die dortigen Hochschulen und ihre Lehrer auch noch lange nicht so hervorragende Leistungen wie bei uns aufzuweisen haben.

Diese Verhältnisse werden sich in einigen Jahrzehnten erheblich ändern: die Leistungen und die Besoldungen werden wachsen und damit das Ansehen. Die Amerikaner sind im Begriff, die hohe Bedeutung der Pflege der Wissenschaft zu erkennen, wenn auch vorläufig die großen Stiftungen hauptsächlich für prächtige Gebäude, die für den Geber ein Denkmal sein sollen, ausgeworfen werden. Für gute innere Einrichtung und insbesondere für die Heranziehung hervorragender Lehrkräfte wird noch wenig getan. Der Physiologe in Berkeley, ein Mann mit bekanntem Namen, erzählte mir, daß er früher in Chicago gewesen wäre und dort 70000 Dollar für einen Institutsneubau erhalten hätte. Für die innere Einrichtung blieben nur 300 Dollar übrig und für den Betrieb waren außer ihm nur ein Assistent und $^1/_2$ Diener vorhanden. In letzter Zeit ist aber auch in dieser Hinsicht eine Besserung zu spüren.

Ein anderer Punkt, über den von einsichtigen Amerikanern geklagt wird, der aber noch keine Wendung zum Besseren zu nehmen scheint, ist die große Korruption. Gerade zur Zeit meiner Anwesenheit schwebten in einzelnen Städten großartige Prozesse gegen viele Dutzende von Aldermen wegen Betrugs. Dazu kommt noch, daß die Gerichtskosten sehr hoch sind, und es schwer ist, Recht zu erlangen. Ein Chicagoer Maschinenbesitzer, geborener Deutscher, sagte mir, daß er jemanden, der ihm 100 Dollar schuldete und nicht zahlen wollte, nicht verklagen würde, eben wegen der Höhe der Gerichtskosten und der Unsicherheit des Ausgangs.

Aber, meine Herren, ich bin überzeugt, auch dieses Geschwür wird von dem gesunden Körper schließlich überwunden werden. Denn gesund ist dieser Körper im innersten Kern, sein Verdauungsvermögen ist zu bewundern; alle die verschiedenen Nationen und Rassen werden assimiliert. Schon in der nächsten Generation gibt es nur noch Amerikaner, die alles im eigenen Vaterland am besten finden. Das eine ist the best of the world, das andere the highest, the greatest, the richest etc. Es ist mitunter geradezu rührend, wie sie sich freuen, wenn der Fremde irgend etwas lobt. Eine Charaktereigenschaft der Amerikaner verdient noch hervorgehoben zu werden, die im Auslande wenig bekannt ist: ihr ruhiges und freundliches Verhalten in den verschiedenen Lebenslagen. Ich habe doch auf meiner ganzer Reise niemals einen Amerikaner schimpfen gehört, während man bei uns selbst bei einer kleinen Reise genug davon zu hören bekommt. Bleibt mal drüben eine elektrische Straßenbahn infolge irgend einer Betriebsstörung eine halbe Stunde stehen, so erheben sich die Leute noch nicht einmal von den Sitzen, um sich nach Einzelheiten zu erkundigen. Ein geradezu fatalistischer Gleichmut oder, wie jemand sagte, eine wahre Eselsgeduld ist ihnen eigen. — Beim Passieren eines Tunnels hatte der Porter seine Obliegenheit, die oberen Fenster des Pullmannwagens zu schließen, versäumt, und Rauch und Dunst kam in das Wageninnere, so daß beinahe der Atem versagte. Ich war damals, am Anfang meiner Reise, nicht wenig erstaunt, daß, als wir das himmlische Licht wieder erblickten, niemand dem Porter ein Wort sagte. Man pustete, schnob und — lachte, das war alles. Ich muß gestehen, mir hat diese Ruhe und Freundlichkeit imponiert. Auch gegen

den Fremden sind sie liebenswürdig. Natürlich muß man mit den Landessitten rechnen. Daran muß man sich gewöhnen, daß hart an Hand, Fuß mitunter auch Kopf vorbei ein sicherer Spucker seine Geschosse schleudert oder, wenn man bequem zurückgelehnt, mit ausgespreizten Beinen auf einem Polster sitzt, plötzlich ein Fuß auf dem Polster zwischen den eigenen Beinen erscheint, der einem liebenswürdigen vis à vis gehört. Diese Freiheiten, die sich der Durchschnittsamerikaner herausnimmt, gestattet er jedoch auch jedem andern und er ist nicht etwa ungehalten, wenn ihm das gleiche passiert. Es ist demnach nicht richtig, dies Benehmen der Amerikaner als anmaßend zu bezeichnen, es zeigt nur die in unserem Sinne schlechte Erziehung.

Noch in anderer Hinsicht sind über Amerika in manchen Köpfen merkwürdige Ansichten vorhanden: man glaubt, daß dort der bei uns zu stark entwickelte Kastengeist gänzlich fehle. Das ist jedoch ein gründlicher Irrtum, nur die Gliederung der Kasten ist eine andere. Zum Beispiel: In den Gesellschaftskreis der New-Yorker tonangebenden Milliardäre zu gelangen, ist für andere auch genügend reiche Einheimische nicht leicht. Sodann tritt ein scharfer Gegensatz zwischen den selbständigen Existenzen und den Angestellten hervor. Letztere, selbst wenn sie etwa als Oberingenieure in reich dotierten Stellungen sind, werden doch gesellschaftlich in den Kreisen der ersteren nicht als voll angesehen, was übrigens auch bei uns zum Teil der Fall ist. In dasselbe Kapitel gehört schließlich die Tatsache, daß die Arbeiterverbände (unions) keineswegs einen jeden, der sich meldet, aufnehmen, sondern eine Auswahl treffen. Die Abgewiesenen sind in geradezu bedauernswerter Lage, denn bei der Macht der Verbände wird es ihnen sehr schwer, Arbeit zu finden. Man bekommt einen Begriff von der Größe dieser Macht, wenn man vernimmt, daß ein Fabrikbesitzer seinen eigenen Sohn in seiner eigenen Fabrik, wollte er es nicht zum Streik kommen lassen, nicht arbeiten lassen durfte, ehe dieser nicht Mitglied eines der Verbände geworden war. Überhaupt darf kein Werk einen bestimmten Arbeiter, auch wenn dieser Verbandsmitglied ist, ohne weiteres einstellen; will es Arbeiter haben, so bekommt es die gewünschte Anzahl (aber im allgemeinen nicht die gewünschten einzelnen Personen) zugewiesen; passen ihm einzelne Arbeiter nicht, so kann es diese entlassen; es erhält dann andere. —

Meine. Herren, ich habe Ihre Geduld schon zu lange in Anspruch genommen und schließe deswegen. Vielleicht haben Sie aus meinen herausgegriffenen Erlebnissen den Eindruck erhalten, daß ein Besuch des neuen Weltteils in hohem Maße Gelegenheit bietet, Interessantes kennen zu lernen und den Gesichtskreis zu erweitern, und vielleicht bekommt der eine oder andere von Ihnen Lust, auch eine solche Reise zu machen. Aber, meine Herren, das kann ich gestehen, das Schönste von der Reise war die Heimkehr; man fühlt sich nach einer solchen Reise doppelt wohl im deutschen Vaterlande und findet, daß sich hier doch am besten leben läßt. Darum kann ich vor allem den mit den hiesigen Verhältnissen Unzufriedenen zu einer solchen Reise raten. Als zufriedene Leute werden sie heimkehren, und das ist der schönste Gewinn.

Magnetischer Wind und Magnetokathodenstrahlen.

Von **O. Lehmann.***

Über die Einwirkung des Magneten auf die Entladung findet sich in dem vor 12 Jahren erschienenen großen Handbuch der Physik von Winkelmann Bd. 3 (1) S. 336 folgendes:

„a. Einwirkung auf das negative Licht. Plücker; aus seinen Versuchen ist kaum etwas Präzisierbares zu entnehmen. Über den Einfluß eines Magnets auf die Kathodenstrahlen siehe weiter unten.[1]

b. Über den Einfluß von Magneten auf das positive Licht haben gearbeitet: Plücker, Wüllner, Goldstein, E. Wiedemann, De la Rive, Hittorf. Auch hier ist es trotz der Sorgfalt, welche diese Forscher auf die Untersuchung dieser mannigfaltigen und komplizierten Vorgänge verwandt haben, bisher nicht möglich, sich ein abschließendes Urteil zu bilden."

Meine eigenen bis dahin ausgeführten Untersuchungen,[2] welche der Verfasser nicht erwähnt, erstreckten sich speziell auf die Entladungen in weiten Gefäßen bei Anwendung von Elektroden

---

* Erweiterter Bericht über den am 9. Dezember 1904 gehaltenen Vortrag.

[1] S. 384. Dort heißt es: „Ein genäherter Magnet biegt die Kathodenstrahlen ungefähr so, als hätte man es mit einem vom Strom durchflossenen elastischen Leiter zu tun, dessen eines Ende an der Kathode befestigt, dessen anderes Ende frei beweglich ist. Man war deshalb früher allgemein der Ansicht, daß die Kathodenstrahlen die Bahn des Stromes bezeichnen. Hertz (Wied. Ann. **19**, 798, 1883) hat diese Ansicht als irrig nachgewiesen, indem er direkt auf sinnreiche Weise die Stromlinien bestimmt hat. Es zeigte sich, daß an einzelnen Stellen die Kathodenstrahlen fast senkrecht zu den Stromlinien verlaufen. Einzelne Teile des Gasraumes sind lebhaft vom Kathodenlicht erhellt, obwohl in ihnen die Intensität der Strömung verschwindend klein ist. Aus alledem folgt, daß Stromlinien und Kathodenstrahlen nichts mit einander zu tun haben."

[2] O. Lehmann, Wied. Ann. **22**, 323, 1884 und Molekularphysik, Bd. II, 317, 1889.

mit großer Oberfläche, Fälle, die von anderer Seite noch nicht untersucht waren. Auch diese hatten aber nicht vermocht, Klarheit in die Sache zu bringen. Die Fortsetzung derselben[1] ergab in Verbindung mit der übrigen in dem letzten Dezennium erschienenen Literatur, daß man, wie im Folgenden näher dargelegt ist, vier verschiedene Wirkungen des Magnetismus auf den Entladungsprozeß unterscheiden muß: 1. Die Bildung des magnetischen Windes, 2. die Ablenkung der Kathodenstrahlen, 3. die Erzeugung von Magnetokathodenstrahlen, 4. die Änderung des Entladungsgradienten, bzw. der Verzögerung (des „Vorprozesses").

I. Der magnetische Wind.

Bald nach Entdeckung der Einwirkung eines Magneten auf einen stromdurchflossenen Leiter äußerte Arago die Vermutung, dieselbe müsse auch zu beobachten sein beim elektrischen Lichtbogen, was Davy[2] bestätigt fand. Die Fig. 1, 2 und 3, welche einem bekannten Lehrbuch entnommen sind, stellen diese Wirkungen dar.

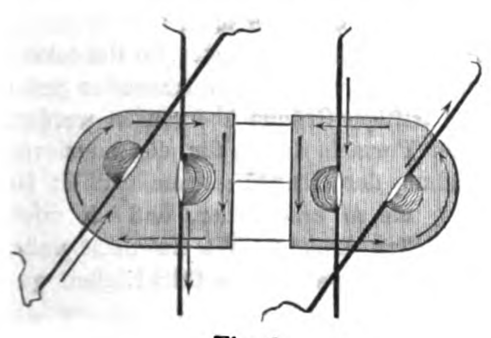
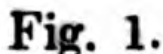



Fig. 1.

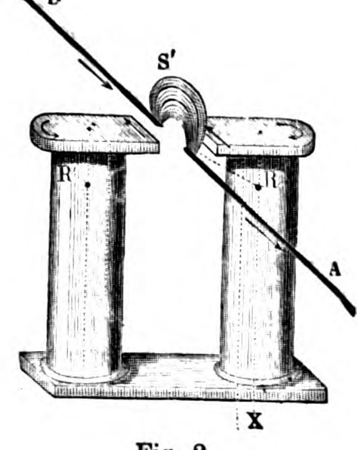


Fig. 2.

Der Beweis der Behauptung, die Wirkungen seien übereinstimmend mit der elektrodynamischen Wirkung auf einen stromdurchflossenen metallischen oder elektrolytischen Leiter (La-

[1] O. Lehmann, Zeitschr. phys. Chem. **18**, 97, 1895; Wied. Ann. **56**, 339, 1895; Zeitschr. f. Elektrochemie, **2**, 472, 1896; Wied. Ann. **63**, 299, 1897; Die elektrischen Lichterscheinungen oder Entladungen, Halle, W. Knapp, 1898 S. 361; Ann. d. Phys. **7**, 10, 1902; Verh. d. Karlsr. nat. Vereins **15**, 33, 1902, ibid. **17**, 34, 1904; Boltzmann-Festschrift 1904, 292.

[2] Davy, Phil. Trans. **2**, 427, 1821; Gilb. Ann. **71**, 241, 1822.

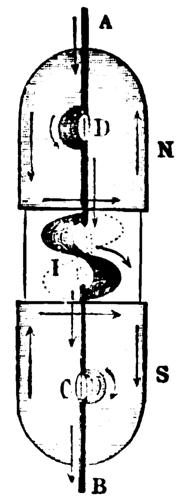


Fig. 3.

placesche Kraft, Gesetz von Biot-Savart) erfordert zunächst die elektrodynamische Kraft genau zu präzisieren.

Wirkt ein Magnetpol auf den Pol eines andern Magneten, welcher zur Messung der Kraftwirkung auf eine Federwage gestellt sein mag, so findet sich, wie Coulomb zuerst gefunden hat, daß die Kraft proportional ist den beiden magnetischen Massen und umgekehrt proportional dem Quadrat ihrer Entfernung. Man nennt nach Clausius[1] diejenige magnetische Masse (Polstärke) 1 Weber,[2] welche eine ihr gleiche in 1 m Abstand beeinflußt mit der Kraft $1/g$ (= 1,1) Millionen Kilogramm. Die Kraft zwischen m' und m Weber in r Meter Abstand beträgt also nach dem Coulombschen Gesetz:

---

[1] Clausius, Wied. Ann. **16**, 545, 1882.

[2] Diese Clausiussche Einheit ist nicht allgemein angenommen worden; sie ist das Hundert-Millionenfache der gewöhnlich gebrauchten elektromagnetischen CGS-Einheit und für die Zwecke technischer Messungen viel zu groß. Man hat deshalb vorgeschlagen, den Namen Weber anderweitig in dem magnetischen Maßsystem zu verwenden. Hierüber habe ich mich (Elektrotechnische Zeitschrift **25**, 205, 1904) in folgender Weise geäußert: „Im Gegensatz zu Herrn Bauch bin ich der Meinung, daß ein von so hervorragender Seite gemachter Vorschlag nicht ohne Angabe triftiger Gründe übergangen werden darf. Der Vorteil der Vereinfachung der Formeln (z. B. für die induzierte elektromotorische Kraft) durch Verwendung der Clausiusschen Einheit ist jedenfalls, wenigstens für den Unterricht, ein so erheblicher, daß ich mich bisher zu einer Änderung nicht entschließen konnte. Wo sie nicht paßt, mag man das Centimikroweber, d. h. die gewöhnliche CGS-Einheit gebrauchen.

Man findet das Weber angewendet in nachstehenden Lehr- und Handbüchern: J. Fricks Physikalische Technik, 6. Aufl. Bd. 2, 1895 (7. Aufl. in Vorbereitung); O. Lehmann, Elektrizität und Licht, Braunschweig 1895; J. Müllers Grundriß der Physik, 14. Aufl., Braunschweig, 1896; Meyers Konversationslexikon, 6. Aufl. 1903 (Artikel über elektrische Größen).

Dort kann man auch ersehen, welche Gestalt die Formeln annehmen, wenn außer den praktischen elektrotechnischen Einheiten die von den Maschinentechnikern bevorzugten Einheiten Meter und Kilogramm (Schwere) benützt werden.

Über die Nachteile der Benutzung von zweierlei Maß (CGS-Einheiten neben technischen Einheiten) im elementaren Unterricht habe ich mich in der Abhandlung „Das absolute Maßsystem", Verh. des nat. Vereins Karlsruhe

$$K = \frac{10^7}{g} \cdot \frac{m' \cdot m}{r^2} \text{ Kilogramm}$$

worin g für Karlsruhe = 9,81 zu setzen ist.

Auch für Elektrizitätsmengen gilt das Coulombsche Gesetz. Würde man statt der Magnetstäbe beim vorigen Versuch am Ende geriebene Ebonitstäbe verwenden, deren einer auf einer Federwage steht, so wäre die Abstoßungskraft proportional ihrer Ladung und umgekehrt proportional dem Quadrate der Entfernung. 1 Coulomb wird eine elektrische Masse genannt, die eine ihr gleiche im Abstand 1 m mit der Kraft $^9/_g$ (= 0,92) Milliarden Kilogramm beeinflußt. Die Elektrizitätsmenge m' Coulomb wirkt auf die Menge m Coulomb in r Meter Abstand mit der Kraft $\frac{9 \cdot 10^9}{g} \cdot \frac{m' \cdot m}{r^2}$ Kilogramm.

Auf einen Magnetpol wirkt eine elektrische Masse nicht ein, solange sie in Ruhe ist. Wird sie aber in Bewegung gesetzt, so tritt eine höchst eigenartige Wirkung auf, die Laplacesche elektrodynamische Kraft, welche um so intensiver wird, je rascher sich die Elektrizitätsmenge bewegt.

Während die Kraft zwischen zwei magnetischen oder elektrischen Massen stets in der Richtung ihrer Verbindungslinie wirkt, steht hier die Richtung der Kraft, die natürlich in gleicher Stärke aber entgegengesetzter Richtung sowohl auf die Elektrizitätsmenge wie auf den Magnetpol wirkt (Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung), senkrecht zur Richtung der Verbindungslinie und zur Richtung der Verschiebung. Verschiebt sich die Elektrizitätsmenge mit (oder in) dem Körper (Leiter), auf welchem sie angehäuft ist, so bestimmt sich die Richtung der Kraft nach der sog. „Linke Hand-Dreifinger-Regel".[1] In diesem Falle heißt die Kraft elektrodynamische Kraft. Verschiebt sich der Leiter mit der Elektrizitätsmenge senkrecht zu seiner Längsrichtung, so wird die Elektrizität in ihm durch die Kraft — in diesem Falle elektromotorische Kraft der Induktion genannt — entsprechend der „Rechte Hand-Dreifinger-Regel" in ihm verschoben, es

---

Bd. **12**, 1897 (im Auszug in „Zeitschr. f. physik. u. chem. Unterricht", Bd. **10**, S. 77, 1897) ausgesprochen. Clausius benutzte bei Definition des Weber natürlich die absolute Krafteinheit, nicht wie es oben im Anschluß an die Praxis der Maschinentechniker geschehen ist, die Kilogrammschwere".

[1] Daumen = Richtung der Verschiebung, Zeigefinger = Kraftlinienrichtung nach dem Südpol, Mittelfinger = Strom positiver Elektrizität.

entsteht ein Induktionsstrom, oder, falls die Verschiebung durch Unterteilung unmöglich gemacht ist, eine induzierte elektromotorische Kraft oder Spannung. Die Größe der elektrodynamischen Kraft eines Magnetpols von 1 Weber Stärke auf eine Elektrizitätsmenge von 1 Coulomb in 1 m Abstand beträgt, falls letztere im Laufe einer Sekunde senkrecht zur Richtung der Verbindungslinie um ihre ganze Länge verschoben wird, $^2/_g$ (= 0,22) Kilogramm. Damit diese Kraft konstant wirkt, ist es nötig, die Elektrizität gleichförmig auf einer sehr langen Stange zu verteilen und diese mit solcher Geschwindigkeit in ihrer Richtung zu verschieben, daß pro Sekunde 1 Coulomb vor dem Magnetpol vorbeiströmt. Statt dessen kann sich die Elektrizität auch für sich allein in der ruhenden Stange, z. B. einem Leitungsdraht, mit dieser Geschwindigkeit verschieben, d. h. man kann durch den Draht einen Strom von der Stärke 1 Ampere leiten.

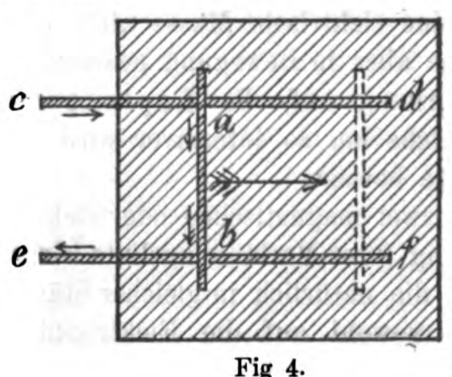


Fig 4.

Auf einen sehr langen geraden Stromleiter, welcher sich im Abstand r Meter von einem Pol von m Weber befindet, wirkt, falls er von einem Strom von i Ampere durchflossen wird, eine Kraft

$$K = \frac{2}{g} \cdot \frac{i \cdot m}{r} \text{ Kilogramm.}$$

Befinden sich über einem Pol von m Weber Stärke, in Fig. 4 durch das schraffierte Quadrat angedeutet, im Abstand r Meter zwei parallele Schienen im Abstand l Meter, auf welchen sich das stromdurchflossene gerade Gleitstück ab verschieben kann, so wirkt auf dieses eine Kraft

$$K = \frac{1}{g} \cdot \frac{i \cdot m}{r^2} \cdot l \text{ Kilogramm.}$$

Diese Formel giebt auch die Kraft auf einen elektrischen Lichtbogen, welcher zwischen den Punkten a und b übergeht.

Erzeugt man zwischen diesen Punkten eine Spannungsdifferenz, welche genügend ist, den Lichtbogen hervorzurufen, so wird zunächst in unmeßbar kurzer Zeit t ein Funke zwischen a und b auftreten und die Luft in dem Funkenkanal, deren Masse

M Hyl[1] sein möge, wird der Dreifingerregel entsprechend in der Richtung des Pfeils durch die Kraft *K* gestoßen, so daß sie eine Geschwindigkeit *v* erhält, die sich bestimmt zu

$$v = \frac{K}{M} \cdot t \text{ Meter pro Sekunde,}$$

denn die Beschleunigung ist $^K/_M$ und Endgeschwindigkeit = Beschleunigung × Zeit.

Da alle Luftteilchen im Funkenkanal von dieser Stoßkraft angetrieben werden, während die den Kanal umgebende träge Luftmasse ihren Ruhezustand zu bewahren sucht, wird der Erfolg zunächst eine Verdichtung der Luft sein auf der Seite, nach welcher die Spitze des Pfeils weist und Verdünnung auf der entgegengesetzten Seite.

Würde die Entladung nun sofort wieder unterbrochen, so würde sich die erhitzte und ionisierte Luft des Funkenkanals dem durch den Stoß erhaltenen Antriebe folgend in der Richtung des Pfeils weiterbewegen, was sich eventuell mittels des Töplerschen Schlierenapparats nachweisen ließe.

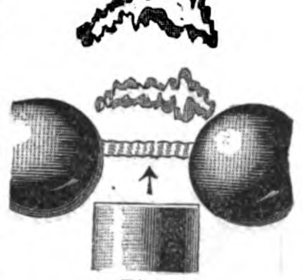


Fig. 5.

Beobachtet ist diese Erscheinung noch nicht, indeß hat Töpler[2] das Fortschreiten des Funkenkanals in mechanisch bewegter Luft nach dieser Methode beobachtet. Bei aufeinander folgenden Funken erschienen die erhitzten Luftmassen der vorangehenden Funken, wie Fig. 5 zeigt, als bogenförmige Schlieren in der Richtung des Luftstroms in die Höhe geschoben. Wurde die Geschwindigkeit des Luftstroms genügend gemäßigt, so „konnte es vorkommen, daß die aufwärts geblasene heiße Luft des voran-

[1] Da hier entsprechend dem Gebrauche der Maschinentechniker die Kilogrammschwere als Krafteinheit gebraucht wurde, ist die Einheit der Masse die Masse von g (= 9,81) Kilogramm, welche F. Emde (Elektrotechnische Zeitschr. **25**, 441, 1904) Hyl nennt. Kilogrammschwere ist dieselbe Krafteinheit, die in den Lehrbüchern der Physik Kilogrammgewicht genannt wird. Ich gebrauche diesen Ausdruck nicht, weil das Wort Gewicht zweideutig ist. Seit alter Zeit gebraucht man die Wage zur Bestimmung des Gewichts, d. h. zur Vergleichung der Masse eines Körpers mit der Masse von Gewichtstücken. (Vgl. auch Neesen, Ber. d. d. phys. Ges. 1903, 254 und Frick, Phys. Technik 7. Aufl. Bd. I (1) 734, 1904.)

[2] Töpler, Pogg. Ann. **134**, 204, 1868.

gehenden Funkens noch oberhalb zwischen den Elektroden sich befand und dem nächsten Funken als mehr oder minder gekrümmte Brücke diente".[1]

Auch schon der Auftrieb der erhitzten Luft bewirkt ähnliche Erscheinungen, wie ein hübscher von Fernet[2] angegebener Demonstrationsversuch beweist.

Man läßt Funken überspringen zwischen zwei nahezu vertikal stehenden Messingstäben, deren untere Enden einander bis zur Schlagweite genähert sind, während die oberen etwas größeren Abstand haben. Die Funken springen zuerst unten über, rücken dann immer höher, bis sie am oberen Ende erlöschen, um dann von neuem unten anzufangen. Bei horizontaler Lage der Stäbe tritt die Erscheinung nicht ein.[3]

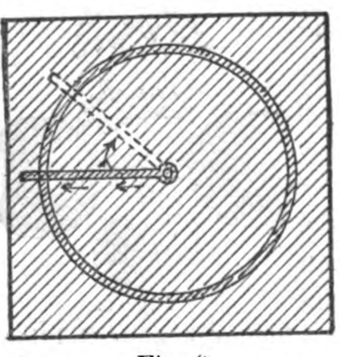


Fig. 6.

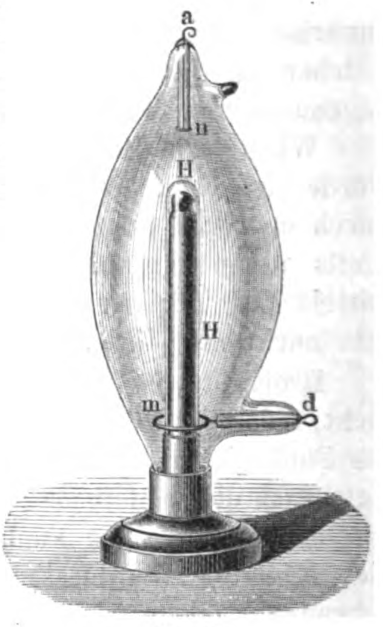


Fig. 7.

Benützt man an Stelle des sich parallel verschiebenden „Gleitstücks" ein solches, welches sich um einen Punkt dreht, eine „Speiche" Fig. 6, so bewirkt die elektrodynamische Kraft Rotation, welche z. B. bei Barlows Rad und den sog. Unipolarmaschinen Verwertung findet.

[1] In der erhitzten Luftmasse, die sich wie ein Leiter verhält, tritt augenscheinlich Influenz ein, Scheidung der Elektrizitäten wie in elektrodenlosen Vakuumröhren, so daß nun von den Konduktoren Funken auf die Enden der erhitzten Luftmasse überspringen.

[2] Siehe Frick, Phys. Technik 6. Aufl. Bd. II, 543, 1895.

[3] Der Versuch hat zur Konstruktion der sog. Hörnerblitzableiter (vgl. Görges, Elektrotechn. Zeitschr. **18**, 214, 1897) geführt. Es kommen dabei

Daß auch der Lichtbogen in gleicher Weise rotieren kann, beobachteten zuerst Sturgeon und Walker.[1]

Bei einem gewöhnlichen Elektromotor verschieben sich einzelne Drahtteile parallel ihrer Richtung, andere rotieren. Ähnliche Wirkungen erzielte De la Rive[2] mit dem Apparat Fig. 7. Derselbe zeigt die Einwirkung eines Magnetpols auf die Entladung im elektrischen Ei bei mäßiger Luftverdünung. Die untere Elektrode *m* ist zu einem Ring gebogen, die andere *n* ist eine Spitze. Der zwischen beiden übergehende Lichtstreifen rotiert, sobald der in die Glasröhre *H* eingeschlossene Eisenstab *J* durch Aufsetzen auf einen Elektomagneten magnetisch gemacht wird.

„Häufig bleiben die einzelnen der Achse parallelen Linien der (rotierenden) Zylinderfläche nicht mehr senkrecht, sondern neigen sich, wie wenn sie an ihrer Basis einen gewissen Widerstand erführen. Die horizontale Streifung der Lichtstrahlen neigt sich gleichfalls, wie die Streifen selbst."

Andrews (1891) befestigte zwei konaxiale kreisförmige Kohlenplatten über dem Pole eines geraden röhrenförmigen Magneten und stellte zwischen denselben einen Lichtbogen her. Sobald der Magnet erregt wurde, rotierte der Lichtbogen längs den Kohlenplatten.

Bei einem zur Demonstration vor großer Zuhörerzahl bestimmten, von mir ausgeführten Versuche,[3] wurde der Lichtbogen bei hoher Spannung zwischen zwei konzentrischen kreisförmigen Metallschienen erzeugt, welche gleichfalls konzentrisch im Innenraum einer großen, von starkem Strom durchflossenen Drahtrolle befestigt waren. Je nach der Richtung des Stromes bewegte sich der Lichtbogen im einen oder andern Sinne den Schienen entlang.

Schon sehr schwache magnetische Kräfte, wie der Erdmagnetismus vermögen den Lichtbogen zu beeinflussen,[4] sehr starke vermögen ihn ebenso wie ein gewöhnlicher kräftiger Luftstrom (in

---

außer dem Auftrieb der Luft auch durch die Stromleiter ausgeübte elektrodynamische Kräfte in Betracht.

[1] Siehe Walker, Pogg. Ann. **54**, 514, 1841 und Daniell, Pogg. Ann. **60**, 386, 1843.

[2] De la Rive, Pogg. Ann. **104**, 132, 1858.

[3] O. Lehmann, Wied. Ann. **63**, 301, 1897.

[4] S. Casselmann, Pogg. Ann. **63**, 588, 1844.

Folge der starken Kühlung) auszublasen.[1] Quet[2] vermochte eine Art Spitzflamme[3], wie mittels eines Löthrohrs, durch die magnetische Ablenkung des Lichtbogens zu erzeugen, aus welcher wie aus einer gewöhnlichen Flamme Kohleteilchen in der Richtung der Spitzflamme heraussprühten („Magnetgebläse"). Da diese Teilchen bis zu gewissem Grade die Bewegung der Luft erkennen lassen, habe ich ihnen bei eigenen Versuchen[4] besondere Aufmerksamkeit zugewandt.

Wurde z. B. ein Lichtbogen von etwa 2000 Volt Spannung und 3 Ampere Strom zwischen einem Ring aus Kohle und einer in dessen Mitte befindlichen Kohlenspitze erzeugt, so rotierte der Lichtbogen in einem zur Ringebene senkrechten Magnetfeld mit solcher Schnelligkeit, daß die ganze Öffnung des Ringes von Licht erfüllt schien und nur im Drehspiegel die Rotation verfolgt werden konnte. Die von der Kohlenspitze aussprühenden Funken bewegten sich in spiralförmigen Bahnen (Fig. 8) woraus zu schließen war, daß die ganze Luftmasse in rotierende Bewegung versetzt wurde, was sich auch leicht durch die Wirkung auf eine angenäherte Gasflamme (Fig. 9) beweisen ließ.[5]

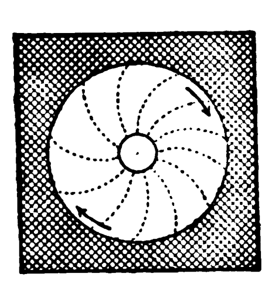
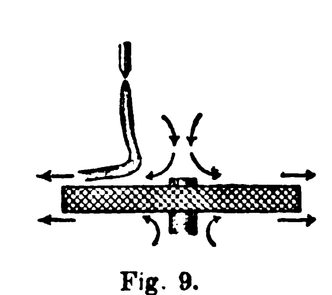


Fig. 8.


Fig. 9.

Ersetzte man das konstante magnetische Feld durch ein Wechselfeld von 100 Polwechseln pro Sekunde, so zeigte sich im Drehspiegel, daß in jeder hundertstel Sekunde ein Wechsel der Rotation des Lichtbogens eintrat, so daß also im ersten Hundertstel etwa 30 Rotationen im einen Sinne, im nächsten ebenso viele im entgegengesetzten Sinne, dann wieder 30 im ersten Sinn usw. erfolgten.

---

[1] Siehe A. de la Rive, Pogg. Ann. **76**, 280, 1847.

[2] Quet, Compt. rend. **34**, 805, 1852.

[3] Bekanntlich macht heute die Technik davon Gebrauch beim elektrischen Löthen, beim elektrischen Ofen zum Einleiten des Lichtbogens in den Ziegel, zum Funkenlöschen usw.

[4] O. Lehmann, Wied. Ann. **63**, 285, 1897.

[5] Vgl. auch Stanley, Beibl. **15**, **447**, 1891.

Wurde ein elektrisches Ei mit einer spitzen Anode oben und einer plattenförmigen Kathode unten, nach Fig. 10, in eine große Drahtrolle von zirka 2000 Windungen gesetzt, durch welche man Ströme bis 30 Ampere durchleiten konnte, so nahm der Lichtstreifen die Form einer Spirale an, welche im Sinne des gezeichneten Pfeils rotierte.

Bei einem Ei mit zwei Spitzenelektroden aus Eisen (Fig. 11), welche mit Ruß bedeckt waren, gestaltete sich der Lichtstreifen zu der in der Figur gezeichneten Spirale, wobei man an der Bewegung der zahllosen fortsprühenden Eisenfunken und aufgewirbelten Rußpartikelchen erkennen konnte, daß eine heftige Luftbewegung vorhanden ist, insofern die Luft an allen Stellen quer durch die Spirale von der inneren Kante zur äußeren bläst, wie die Pfeile andeuten.[1]

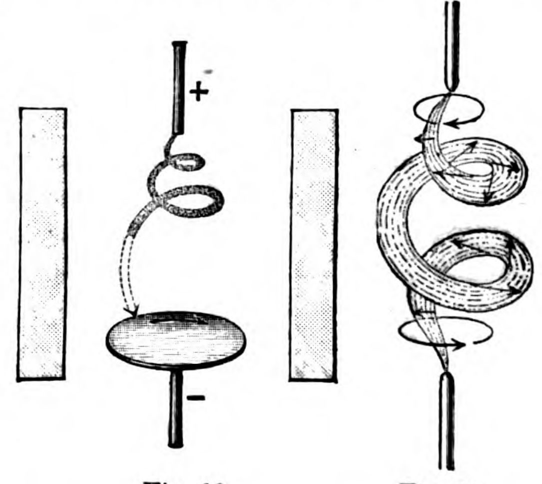


Fig. 10. Fig. 11.

Die Entstehung dieser Spirale ist durch die Figuren 11a veranschaulicht, welche das Ei von oben gesehen, darstellen,

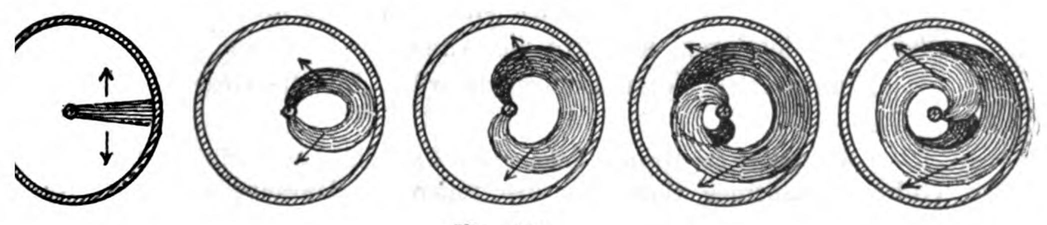


Fig. 11a.

in 5 aufeinander folgenden Momenten, bis zur Ausbildung der Form Fig. 11. Die Pfeile deuten die Richtung des magnetischen Windes an, welcher nur im ersten Momente der elektro-dynami-

---

[1] O. Lehmann, Elektrische Lichterscheinungen, Halle, 1898, S. 361; Elektrizität und Licht, Braunschweig, 1895, S. 326; Zeitschr. f. phys. Chem. **18**, 101, 1895.

schen Kraft entsprechend senkrecht zur Strombahn verläuft, schließlich dagegen nahezu tangential, da die Gefäßwände die Luft nötigen, sich kreisend zu bewegen.[1]

II. Magnetische Ablenkung der Kathodenstrahlen.

Im vorigen wurde angenommen, die elektrodynamische Kraft, welche den magnetischen Wind erzeugt, wirke auf die stromdurchflossene Luft in gleicher Weise wie auf einen stromdurchflossenen Leiter, d. h. die Kraft, welche eigentlich auf die strömende Elektrizität ausgeübt wird, wirke in voller Stärke auch auf die Luft und erteile dieser die ihrer Trägheit entsprechende Beschleunigung.

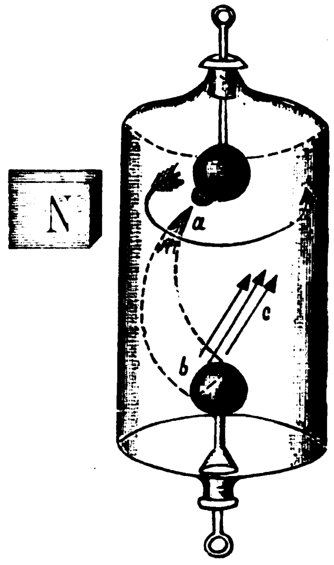


Fig. 12.

Diese Annahme ist keineswegs selbstverständlich, sondern bedarf eines Beweises, der bisher noch aussteht. Man könnte etwa daran denken, die elektrodynamische Kraft durch mechanische Kraft zu kompensieren, indem man die Luft entgegen der Richtung des magnetischen Windes durch irgend ein Gebläse in immer stärkere Strömung versetzt,[2] bis sie der elektrodynamischen Kraft nicht mehr zu folgen vermag. Erweist sich dann die mechanische Kraft gleich der letzteren, so wäre die Annahme bewiesen.

Eine andere Versuchsmethode wäre die, die Geschwindigkeit

---

[1] Aus letzterem Grunde kann unter Umständen auch einfach bei seitlicher Annäherung eines Magneten rotierende Bewegung entstehen. Ich beobachtete solche bei einem großen elektrischen Ei, Fig. 12 (s. O. L. Elektrische Lichterscheinungen S. 377), bei welchem die obere Elektrode negativ, die untere positiv war. Bei Annäherung des Magneten *N* rotierte das kometenartige Lichtgebilde *a* an der Kathode nebst dem gewissermaßen durch unsichtbare Fäden mit ihm verbundenen rötlichen Glimmlicht *b* an der Anode um die Verbindungslinie der Elektroden, mit um so größerer Geschwindigkeit, je mehr *N* genähert wurde. Wurde *N* durch den entgegengesetzten Pol ersetzt, so kehrte sich die Rotationsrichtung um.

[2] Natürlich ohne den Grad der Ionisierung, die chemische Beschaffenheit etc. zu stören.

des magnetischen Windes mittels des Anemometers zu messen und daraus die Größe der Kraft zu berechnen.

Daß eine feste Verbindung zwischen der strömenden Elektrizität und dem Medium, in welchem sie strömt, nicht besteht, folgt schon daraus, daß, wenn etwa ein Strom durch eine größere Quecksilbermasse durchgeleitet wird, von einem Punkt zu einem davon entfernten andern, der Verlauf der Stromlinien in keiner Weise geändert wird, wenn etwa das Quecksilber senkrecht zu ihrer Richtung in Strömung versetzt wird. Gleiches gilt beim Durchleiten eines Stromes durch einen Elektrolyten, obschon hier

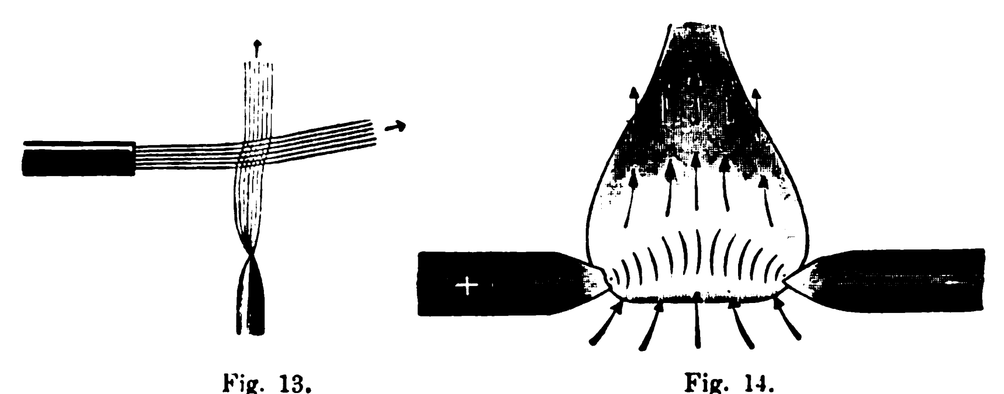


Fig. 13. Fig. 14.

materielle Teilchen, die Jonen, Träger des Stromes sind, während man in Metallen masselose Elektronen als die bewegten Teilchen ansehen muß. Selbst die als elektrischer Wind bezeichnete Strömung in der Luft wird wenig gestört, wenn letztere senkrecht zur Richtung des elektrischen Stromes mechanisch bewegt wird.[1] Wird z. B. quer durch den elektrischen Wind, welcher von einer Spitze ausgeht, Fig. 13, ein Luftstrom geblasen, so erleidet der elektrische Strom nur eine geringe seitliche Verschiebung.

Auch durch den elektrischen Lichtbogen, sowohl in freier Luft wie im elektrischen Ei, strömt die Luft zuweilen mit beträchtlicher Geschwindigkeit hindurch, ohne dadurch den Strom mehr zu stören, als durch die einseitige Abkühlung und das Heraustreten erhitzter bezw. ionisierter Luft bedingt ist.[2]

Beispielsweise zeigt Fig. 14 die Strömungen der Luft durch einen horizontalen Lichtbogen, wie sie sich an mitbewegten

---

[1] Siehe O. L, Elektrische Lichterscheinungen, S. 101.

[2] Siehe O. L., Elektrische Lichterscheinungen, S. 286 u. ff.

Staub- und Kohleteilchen leicht verfolgen läßt, Fig. 15 die Strömung bei einem Lichtbogen mit Aureole im elektrischen Ei. Jedes Luftteilchen wird leuchtend, sobald es in die Aureole eintritt, und wieder dunkel beim Austritt.

Daß die elektrodynamische Kraft den magnetischen Wind erzeugt, ist also keineswegs auf einen Zusammenhang zwischen Strom und Materie zurückzuführen, obschon es manche Erscheinungen gibt, die scheinbar einen solchen Zusammenhang direkt beweisen.

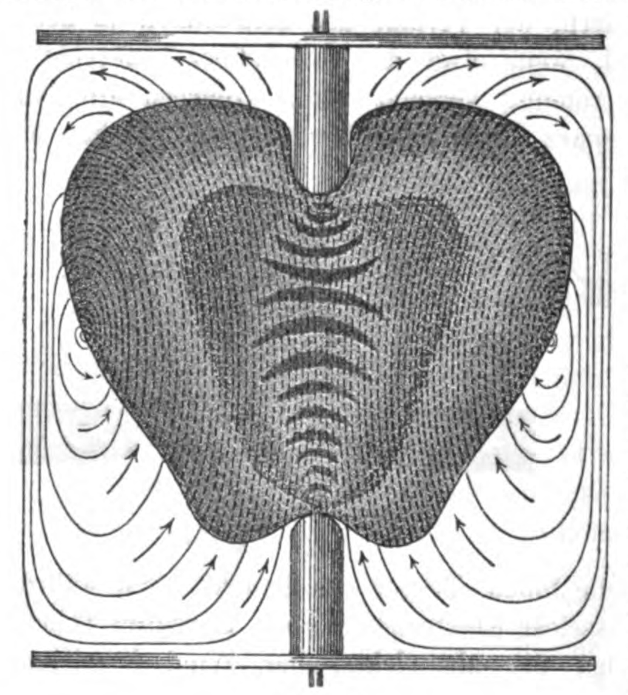


Fig. 15.

Beispielsweise erfolgt bei der Barlowschen Scheibe, Fig. 16, die Ablenkung des Stromes derart, als ob sich der Strom absolut nicht in der Kupferplatte verschieben könnte, sondern genötigt wäre, in radialen Kanälen von der Achse nach dem Quecksilber zu fließen, in welches die Platte eintaucht.

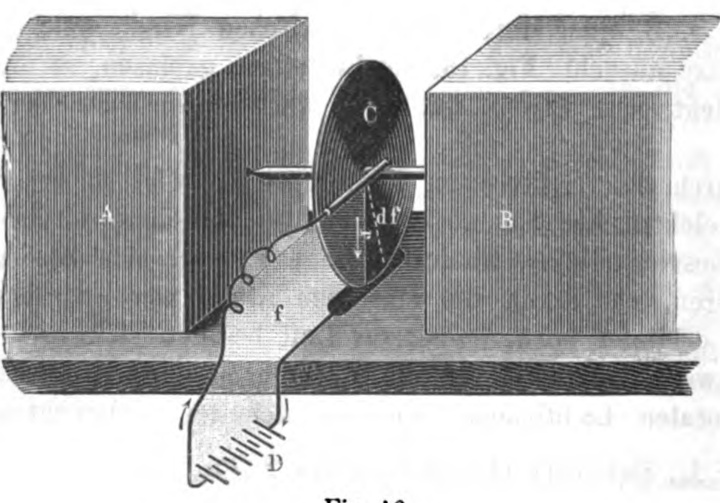


Fig 16.

Ein auf die Achse der Scheibe wirkendes Drehmoment ist

imstande, die Wirkung der elektrodynamischen Kraft in jeder Hinsicht vollkommen zu kompensieren.

Das Hallsche Phänomen, welches zu beobachten wäre, wenn die Kupferplatte durch eine Wismutplatte ersetzt würde,[1] beweist aber, daß auch in diesem Fall die Elektrizitätsteilchen in der Metallmasse senkrecht zur Stromrichtung verschiebbar sind, denn nur unter dieser Annahme läßt sich jene merkwürdige Erscheinung verstehen.

Man denkt sich den Strom zusammengesetzt aus zwei entgegengesetzten Strömen positiver und negativer Teilchen, die sich mit verschiedener Geschwindigkeit fortbewegen,[2] also auch verschieden starke elektrodynamische Einwirkungen seitens des Magnetfeldes erfahren und, da sie sich in dem metallischen Leiter verschieben können, ohne diesen mitzunehmen, soweit getrennt werden, bis die durch ihre Trennung hervorgerufene elektrische Kraft die weitere Trennung hindert.

Hatten wir oben angenommen, die Entladung trete gleichzeitig auf allen Punkten ihrer Bahn ein, so nötigen diese Erscheinungen zuzugeben, daß, ähnlich wie dies aus andern Gründen bei Elektrolyten angenommen werden muß, auch in Metallen die Stromleitung den bewegten Elektrizitätsmengen zugesprochen werden muß, und manche Erscheinungen lassen mit Sicherheit erkennen, daß dies auch bei Gasen der Fall ist.

Im Prinzip müßte also bei der Erklärung der magnetischen Ablenkung und Rotation des Lichtbogens zunächst die Verschiebung des Stromes in der ruhenden Gasmasse in Betracht gezogen werden, welche für den positiven und negativen Strom verschieden ist und elektrostatische Kräfte weckt, die bewirken, daß beide Elektrizitäten gewissermaßen wie durch Spiralfedern verbunden zusammenhängen und ihr Druck auf die Luftmasse

---

[1] Ganz fehlt es übrigens auch bei Kupfer nicht. Der „Rotationskoeffizient“ (s. Riecke, Lehrbuch d Physik, 2. Aufl. Leipzig, 1902 Bd. 2, S. 272) beträgt für Kupfer 0,00052, für Wismut —8,6 bis —10,1 (stark variabel mit Reinheit u. Feldstärke).

[2] In regulär krystallisiertem Jodsilber würde sich überhaupt nur eine Elektrizität bewegen (s. O. Lehmann, Flüssige Krystalle Leipzig, W. Engelmann, 1904, S. 260 u. ff.), man könnte also hier besonders auffällige Erscheinungen erwarten; nach Heilbrun (Ann d. Phys. **15**, 988, 1904) ist aber in Elektrolyten kein Hall-Effekt zu beobachten

der gesamten elektrodynamischen Kraft gleichkommt, obschon wahrscheinlich nur die positiven Teilchen mit wägbarer Masse verbunden sind und deshalb allein Stoßwirkungen auf die Luft ausüben können, da bei der geringen Geschwindigkeit des magnetischen Windes die Stoßwirkung der masselosen negativen Teilchen, welche durch ihre scheinbare Masse (Selbstinduktion) bedingt ist, verschwindend klein sein muß. [1]

Bei einem Barlowschen Rad aus regulärem Jodsilber, bei welchem überhaupt nur die positiven Jonen Geschwindigkeit haben, also eine elektrodynamische Kraft erfahren, wird aus diesem Grunde nichtsdestoweniger die Zugkraft dieselbe sein, wie bei einem gleichen Unipolarelektromotor mit Kupferscheibe.

Verdünnt man die Luft immer mehr, so dehnt sich die Aureole immer weiter aus, ebenso die aus negativem und positivem

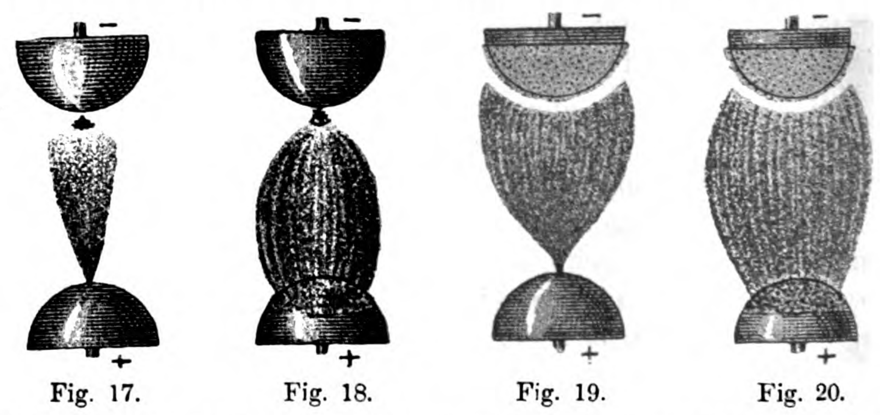


Fig. 17. Fig. 18. Fig. 19. Fig. 20.

Büschel bestehende, die hellen Punkte auf den Elektroden verbindende Lichtsäule, gleichzeitig wird die Lichtstärke immer geringer, ebenso wie auch die Stromstärke, die Aureole verschwindet nach und nach ganz, Fig. 17, und plötzlich verbreitern sich die hellen Flecke an Kathode und Anode zum negativen und positiven Glimmlicht, entweder nur der eine oder andere, Fig. 18 und 19, oder beide zugleich, Fig. 20. Letzteres ist die normale Entladungsform im elektrischen Ei und in Geißlerschen

[1] Das Prinzip der „Erhaltung des Schwerpunkts", eine Folge des Prinzips der „Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung", gilt für die elektrostatischen Kräfte zwischen negativen und positiven Teilchen nicht, wenn erstere keine wägbare Masse haben. Über die Mechanik der Elektronen siehe Abraham und Föppl, Theorie der Elektrizität, Leipzig, Teubner 1905.

Röhren. Bei fortgesetzter Verdünnung verschwinden auch der negative und positive Büschel, das negative Glimmlicht gewinnt bedeutend an Dicke, insbesondere auch der dunkle Kathodenraum und der der Kathode unmittelbar anliegende gelbe Saum (Fig. 21). Bei einem elektrischen Ei von 65 cm Länge und 32 cm lichter Weite mit kugelförmigen Aluminiumelektroden vom 7 cm Durchmesser beobachtete ich bei steigender Verdünnung die Erscheinungen Fig. 22 (Anode nur mit dünner Lichthaut bedeckt, Kathodendunkelraum von ca. 30 cm Durchmesser),

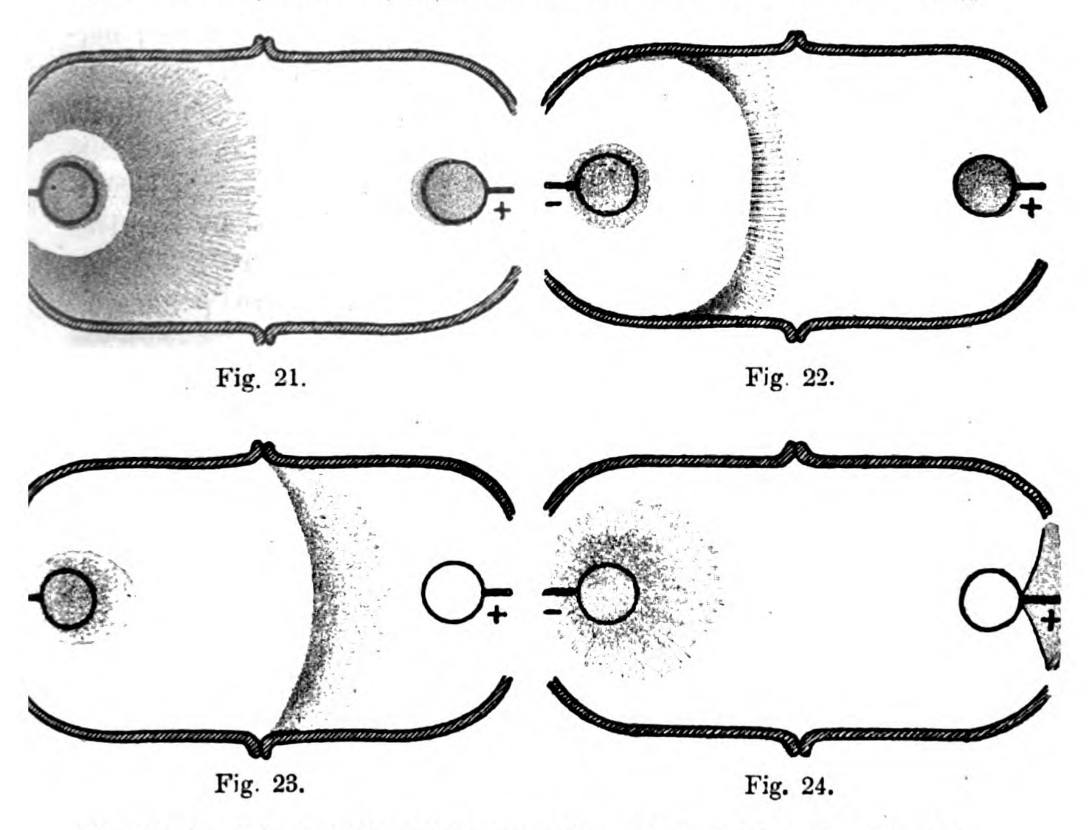


Fig. 21. Fig. 22.

Fig. 23. Fig. 24.

Fig. 23 (positives Glimmlicht verschwunden, Dicke des Dunkelraumes ca. 50 cm) und Fig. 24 (Anode im Kathodendunkelraum, negatives Glimmlicht hinter der Anode.[1]

Während zur Unterhaltung der Entladung Fig. 21 (Druck 0,0048 mm) bei 0,1 Milliamp. Stromstärke eine Spannung von 380 Volt ausreichte, mußte bei dem höchsten erreichbaren Vakuum,

[1] Eine von mir in Farben ausgeführte Figur siehe Meyers Konversationslexikon 1903 Bd. 5, Artikel elektrische Entladungen, Fig. 5.

Fig. 24, eine Spannung aufgewendet werden, die an einer Parallelfunkenstrecke 16 cm lange Funken erzeugte. Die Stromstärke war nichtsdestoweniger minimal, dagegen zeigten die Glaswandungen des Gefäßes lebhafte grüne Fluoreszenz und Nachleuchten nach Öffnung des Stromes.

Man kann also sagen, daß bei so hoher Verdünnung nur noch das negative Glimmlicht übrig bleibt, dessen Verlauf aber durchaus nicht dem der Stromlinien entspricht, welchen etwa ein aus der einen Elektrode aus- und in die andere eintretendes Fluidum folgen würde, wie auch bereits Plücker[1] bei den normalen Entladungen im elektrischen Ei gefunden hat. Er sagt:

„Je mehr meine Beobachtungen sich vervielfältigen, desto mehr scheint mir das negative Licht ein selbständiges, das zum eigentlichen elektrischen Strome und seinem Lichte keine eigentlichen Beziehungen hat. Es unterscheidet sich vom positiven Lichte wahrscheinlich dadurch, daß es in sich zurückkehrende Ströme bildet und nicht das Gas, sondern andere ponderable Materien zu Trägern hat."

Das positive Licht dagegen sollte sich nach Plückers Ansicht wie ein biegsamer Leiter verhalten.

Anderer Ansicht ist Hittorf, welcher Plückers Untersuchungen fortsetzte. Er äußert sich[2]:

„Das Laplacesche Gesetz, welches alle Ströme beherrscht, ist für das positive wie negative Licht in gleicher Weise gültig. So lange der Magnet schwach bleibt, erscheinen auch die Bewegungen, welche beide in der zylindrischen Röhre ausführen, fast gleich; sie werden aber um so verschiedener, je stärker der Magnetismus auftritt. Der Glimmstrahl verhält sich nämlich wie ein unendlich dünner, gradliniger, gewichtloser, steifer Stromfaden, der bloß an dem Ende, welches den negativen Querschnitt berührt, fest bleibt. Mit seinem andern Ende und der ganzen biegsamen Länge folgt er den Kräften, welche zwischen seinen Teilchen und dem Magnet bestehen, ohne Rücksicht darauf, welche Lage er in bezug auf die Anode gewinnt, ob er sich von derselben entfernt, oder ihr nähert. Das positive Licht unterhält die Verbindung

[1] Plücker, Pogg. Ann. **104**, 629, 1858 und **107**, 88 u. 111, 1859.
[2] Hittorf, Pogg. Ann. **136**, 215, 1869.

zwischen den Glimmstrahlen in der jedesmaligen Lage, die sie einnehmen, und der Anode und ist für diese Rolle durch den geringen Widerstand, den es in den stark verdünnten Medien besitzt, geeignet. Es erscheint daher als ein auf der ganzen Länge biegsamer Stromleiter, dessen Enden beide fest sind, und kann nur soweit den magnetischen Kräften folgen, als es diese Bedingung gestattet."

Crookes hat die in den Figuren 25 und 26 dargestellten Demonstrationsapparate für magnetische Ablenkung der Kathodenstrahlen konstruiert, bei welchen die Strahlen ihren Weg auf einen phosphoreszierenden Schirm verzeichnen.

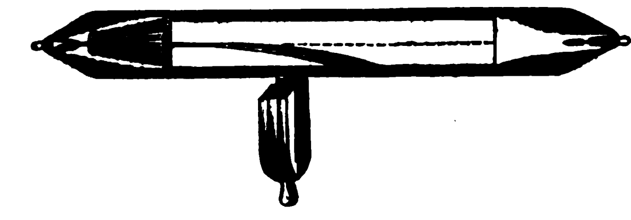


Fig. 25.

Bringt man nach Birkeland[1] eine Crookessche Röhre mit Kreuz[2] in die Nähe eines Magnetpols, so daß die Kraftlinien in der Richtung der Achse hindurchgehen, so vermindert der Schatten des Kreuzes seine Größe und erscheint für ein den Kraftlinien entlang blickendes Auge im Sinne des Uhrzeigers gedreht.



Fig. 26.

Daß bei der Ablenkung der Kathodenstrahlen das Gas in Ruhe bleibt, beweisen Versuche von Goldstein[3], Hertz[4] und F. Braun.[5] Letzterer fand namentlich, daß auch sehr rasch wechselnde Magnetfelder entsprechende Wirkung hervorbringen,

---

[1] Birkeland, Beibl. 20, 802, 1896.
[2] Siehe Frick, Phys. Technik, Bd. II, S. 629, Fig. 688.
[3] Goldstein, Wied. Ann. 12, 262, 1881.
[4] Hertz, Wied. Ann. 19, 806, 1883.
[5] F. Braun, Wied. Ann. 60, 552, 1897.

während ein Wechselstromelektromagnet bei genügend hoher Frequenz den Lichtbogen nicht mehr zu beeinflussen vermag.[1]

Wäre wie in diesem letzteren Fall der magnetische Wind die Ursache der Ablenkung der Kathodenstrahlen, so müßte sich, wie er mit Recht bemerkt, ein Einfluß der Trägheit der bewegten Luft beobachten lassen. Dies ist aber nicht der Fall. „Wenigstens“, sagt er, „ist bis zum Beweis des Gegenteils, welches aufzuweisen sehr interessant wäre, anzunehmen, daß letztere höchstens sich in Zeiträumen geltend machen könne, die sich bemessen aus Lichtgeschwindigkeit und linearen Dimensionen des Rohres. . . . Eine Trägheit des Kathodenstrahls ist mir nicht aufgefallen, jedenfalls folgt er den Schwingungen der Entladung einer einzigen Leydener Flasche“.[2]

Der wesentliche Unterschied der magnetischen Ablenkung der Kathodenstrahlen von dem Hall-Phänomen besteht also darin, daß keine Stoßwirkung auf das Gas ausgeübt wird, welche die Erscheinung des magnetischen Windes veranlassen würde und daß nur der Strom negativer Elektrizität in Betracht kommt, von dem anzunehmen ist, daß er den ganzen Strom darstellt, daß nicht daneben noch ein Strom positiver Teilchen besteht, so daß die Größe der elektrodynamischen Kraft auf die negativen Teilchen allein aus der totalen Stromstärke zu berechnen ist.

Daß sich die Kathodenstrahlen im wesentlichen unabhängig von der Lage der Anode geradlinig ausbreiten, weist darauf hin, daß es sich nicht um kontinuierliche, sondern um (mindestens molekular) intermittierende Ströme handelt; denn bei kontinuierlichen Strömen im Sinne der Hydrodynamik, selbst bei „Strahlbildung“, ist die Durchkreuzung der Stromlinien, wie sie die geradlinige Ausbreitung der Kathodenstrahlen bedingt, unmöglich.

Früher dachte man sich das Wesen des Entladungsprozesses in dem Austritt von Elektrizitätsteilchen (Fortschleuderung von Elektronen) aus den Elektroden. Diese Annahme wurde widerlegt[3] durch die Entdeckung der Entladungen in elektroden-

---

[1] Vgl. oben S. 11 letzter Absatz.

[2] Siehe auch Wiechert Beibl. **21**, 443, 1897.

[3] Unter Umständen können allerdings auch aus den Elektroden austretende Jonen den Entladungsvorgang beeinflussen. So beobachtete ich, daß auf einer teilweise mit Oxyd bedeckten, als Kathode dienenden blanken Natrium- oder Kaliumfläche immer nur das Oxyd mit blauem Glimmlicht

losen Röhren. Ein solches Rohr — im einfachen Fall eine evakuierte Glaskugel — leuchtet auf, sobald sie, wie Fig. 27 zeigt, einem isolierten elektrisierten Konduktor auf isolierendem Stativ genähert oder von diesem entfernt wird, oder wenn der Konduktor elektrisiert oder wieder unelektrisch gemacht wird, und zwar schon in beträchtlichem Abstand. Schon Annäherung oder Entfernung einer geriebenen Siegellackstange vermag die Entladung in einem elektrodenlosen Vacuumrohr hervorzurufen und irgend welcher Ausfluß von Elektrizität tritt dabei ebensowenig ein, wie wenn die Siegellackstange influenzierend auf eine isolierte Metallkugel einwirkt.

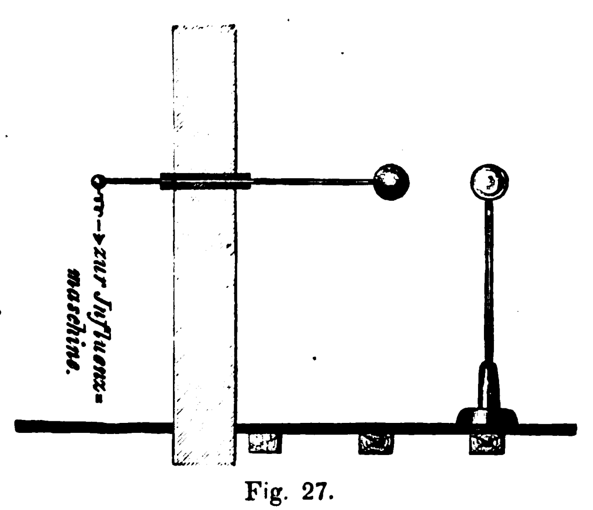


Fig. 27.

Es handelt sich also bei dem Entladungsprozeß um eine Fernewirkung oder richtiger Influenzwirkung der auf den Elektroden angesammelten Elektrizität auf in dem Gase befindliche Elektrizitätsteilchen oder Elektronen.

Nach der Newtonschen Auffassung der Fernewirkungen würde von einem Elektrizitäts- bzw. Magnetpol eine Kraft nach allen Richtungen des Raumes bis ins Unendliche ausstrahlen. Trifft ein solcher Strahl einen andern Pol, von welchem ebenfalls nach allen Richtungen solche Strahlen ausgehen, so folgt dieser der Kraftwirkung und merkwürdigerweise ist die auf ihn ausgeübte Kraft ebenso groß, wie die Kraft, mit welcher

---

bedeckt war, d. h. Kathodenstrahlen aussandte, während das Metall dunkel blieb. (Siehe O. Lehmann, Elektrische Lichterscheinungen oder Entladungen 1898, S. 176.) Ähnliches hat neuerdings Wehnelt bei Oxyden der alkalischen Erden konstatiert. Auch bei Glycerin-Kathoden fand ich einen Einfluß zugesetzter Salze, wie am gleichen Orte (S. 162) beschrieben und durch Austritt von Jonen erklärt ist. Würde man also die Glaskugel Fig. 27 innen mit geschmolzenem Ätznatron oder salzhaltigem Glycerin überziehen, so würde man voraussichtlich Entladung bei wesentlich niedrigerer Spannung erhalten, als wenn die Glasflächen rein sind.

er selbst den ersten Pol beeinflußt, obschon er doch ganz unabhängig von diesem seine Kraft ausstrahlen läßt.

Wir wissen heute, daß diese Fernewirkungstheorie unrichtig ist. Wenn z. B. zwei gleiche und entgegengesetzte elektrische Massen sich dicht neben einander befinden, so wirken sie nicht auf eine dritte in größerer Entfernung befindliche. Werden sie nun aber auseinander gezogen, so tritt eine solche Wirkung ein, insofern sich die dritte Masse der einen zu nähern, von der andern zu entfernen suchen muß, scheinbar in Übereinstimmung mit der Fernewirkungstheorie. Wäre diese aber richtig, so müßte die durch das Parallelogrammgesetz besimmte Kraftwirkung momentan eintreten, da ja die Kraftstrahlen der beiden Massen am Orte der dritten Masse bereits vorhanden sind.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß dies nicht der Fall ist, daß vielmehr eine gewisse Zeit verfließt, bis sich die Kraftwirkung auf den dritten Körper geltend macht, soviel, als ob sie sich mit einer Geschwindigkeit von 300 Millionen Meter pro Sekunde von den beiden Massen ausbreiten würde.

Die hypothetische Newtonsche Kraftstrahlung einer elektrischen Masse kann also nicht im ganzen Raum vorhanden sein, und da ebenso auch die magnetische (elektrodynamische) Wirkung auf einen entfernten Magnetpol, die bei dem Auseinanderweichen der beiden Massen eintritt, sich nicht sofort geltend macht, sondern erst nach Ablauf derselben Zeit, wie sich aus der Ausbreitungsgeschwindigkeit von 300 Millionen $^{m}/_{sec}$ ergibt, so gilt gleiches auch für die magnetische Wirkung.

Da das Prinzip der Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung erfordert, daß der elektrische Massenpunkt mit derselben Kraft beeinflußt wird, die auch auf den Magnetpol einwirkt, liegt während der Ausbreitung der Kraft der merkwürdige Fall vor, daß die „Gegenwirkung" bereits beginnt, während die „Wirkung" erst nach Ablauf der Ausbreitungszeit eintritt, und daß diese plötzlich auftritt, während die Gegenwirkung allmählich bis zu ihrem vollen Werte angewachsen ist, nicht erst ebenso plötzlich entsteht in dem Moment, wenn die sich ausbreitende Kraft den Magnetpol erreicht.

Hierzu kommt eine weitere bereits von Faraday als Einwand geltend gemachte Tatsache, daß nämlich nicht, wie die Fernewirkungstheorie annimmt, eine einzelne elektrische oder

magnetische Masse auftreten kann. Wie man auch Elektrizität erzeugen mag; stets entstehen zwei gleiche entgegengesetzte Mengen und gleiches gilt für den Magnetismus. Es gilt aber auch für jede mechanische Kraft. Jede wahre Kraft hat zwei Angriffspunkte[1], im Gegensatz zu den Trägheitswiderständen z. B. Zentrifugalkraft, welchen nur ein Angriffspunkt zukommt. Ein Muskel besitzt zwei Enden und bringt diese einander näher, indem er sich zusammenzieht. Soll eine Kraftwirkung für uns begreiflich sein, d. h. sollen wir uns dieselbe in Gedanken als Wirkung unserer eigenen Muskelkraft vorstellen können, so müssen notwendig zwei Angriffspunkte denkbar sein. Schon Archimedes versprach, die ganze Welt durch die Muskelkraft seines Armes aus den Angeln zu heben, falls ihm ein zweiter Angriffspunkt gegeben würde. Diese absolute Notwendigkeit kommt in der Newtonschen Auffassung der Kraftstrahlung von einem Zentrum aus nicht zum Ausdruck, und mit Recht hat sie deshalb Faraday ersetzt durch seine Theorie der Kraftlinien.

Elektrische, magnetische und elektrodynamische Kräfte sind nach dieser Theorie die Wirkung einer Art Muskulatur des Äthers. Die Enden der elektrischen Muskeln oder Kraftfäden sind die untrennbar zusammengehörigen elektrischen Massen, die Enden der magnetischen die zusammengehörigen entgegengesetzten Magnetpole. Kommen diese entgegengesetzten Massen zusammen, so kontrahiert sich im allgemeinen auch das ganze Muskelsystem auf einen Punkt, doch treten, speziell bei rasch wechselnden elektrodynamischen Wirkungen (elektrischen Wellen), auch ringförmig in sich zurücklaufende Kraftfäden auf.

Trennen sich zwei ursprünglich verbundene gleiche und entgegengesetzte elektrische Massen, d. h. „erzeugt man Elektrizität" — die Elektrizität ist in Wirklichkeit nicht erschaffbar und nicht zerstörbar —, so tritt gleichzeitig ein elektrisches Muskelsystem auf, die beiden Pole verbindend, und ein magnetisches, deren Achse ringförmig umgebend. Beide Systeme sind in eine Kugel eingeschlossen, deren Radius sich mit der Geschwindigkeit von 300 Millionen Meter per Sekunde vergrößert. Ähnlich wie Mus-

---

[1] Siehe O. Lehmann, Flüssige Krystalle, Leipzig, W. Engelmann, 1904, S. 145, und Fricks Phys. Technik, 7. Aufl. (von O. L.), Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1905, Bd. I (2), 665.

keln haben die Kraftfäden das Bestreben, sich und die wägbaren Massenteilchen, an welche sie angeheftet sind, zusammenzuziehen und gleichzeitig in der Querrichtung sich auszudehnen, gewissermaßen einander wegzudrücken.[1]

Man nennt dieses sich mit so ungeheuer großer Geschwindigkeit ausbreitende doppelte Muskelsystem das „elektrische" bzw. „magnetische" oder kurz das „elektromagnetische Feld". Trifft dasselbe auf einen elektrischen bzw. magnetischen Punkt von m Coulomb bzw. Weber, so ist der Teil der Kraftwirkung, welcher der einen der beiden entgegengesetzten Massen von m' Coulomb bzw. Weber im Abstand r Meter entspricht, dem Coulombschen Gesetze gemäß $a \cdot \frac{m'}{r^2} \cdot m$ Kilogramm, worin $a = 10^7/g$ bzw. $9 . 10^9/g$ bedeutet. Die Kraft, welche auf die Masse $m = 1/a$ ausgeübt wird, $H = \frac{m'}{r^2}$, bezeichnet man als „Feldintensität".

Während die Form der Muskeln sich durch die nach dem Kräfteparallelogramm zu berechnende Form der Kraftlinien[2] bestimmt, denkt man sich ihren Querschnitt so gewählt, daß die Zahl der an einer Stelle eine Fläche senkrecht durchdringenden Muskeln pro Quadratmeter gleich der Feldintensität ist, was zutrifft, wenn von jedem Coulomb bzw. Weber 4π Kraftfäden ausgehen.

Im allgemeinen sind die Kraftfäden ebenso unzerstörbar und unerschaffbar wie die elektrischen oder magnetischen Pole, als

---

[1] Dieser Druck ist z. B. die Ursache, daß elektromagnetische Wellen wie die Lichtstrahlen einen absorbierenden Körper, auf welchen sie auftreffen, drücken mit einer Kraft, die pro Flächeneinheit der Energiemenge der Strahlung in der Raumeinheit gleichkommt. Durch solchen Strahlungsdruck, welcher bei sehr kleinen Partikelchen die Gravitation überwiegt, erklärt sich die Abstoßung der Kometenschweife durch die Sonne. Auch hier ist die Gegenwirkung auf den strahlenden Körper früher vorhanden, als der Druck der Strahlung auf den absorbierenden. Im Falle der allseitigen Strahlung wie bei der Sonne heben sich alle Gegenwirkungen gegenseitig auf, d. h. die Sonne wird wohl komprimiert, erleidet aber keinen der Abstoßung der Kometenschweife entsprechenden Gegendruck, ähnlich wie eine platzende Bombe keinen Gegendruck erfährt, wenn ein Sprengstück einen Körper trifft, in welchem es stecken bleibt.

[2] Siehe die Tafeln in O. Lehmann, Elektrizität und Licht, Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1895.

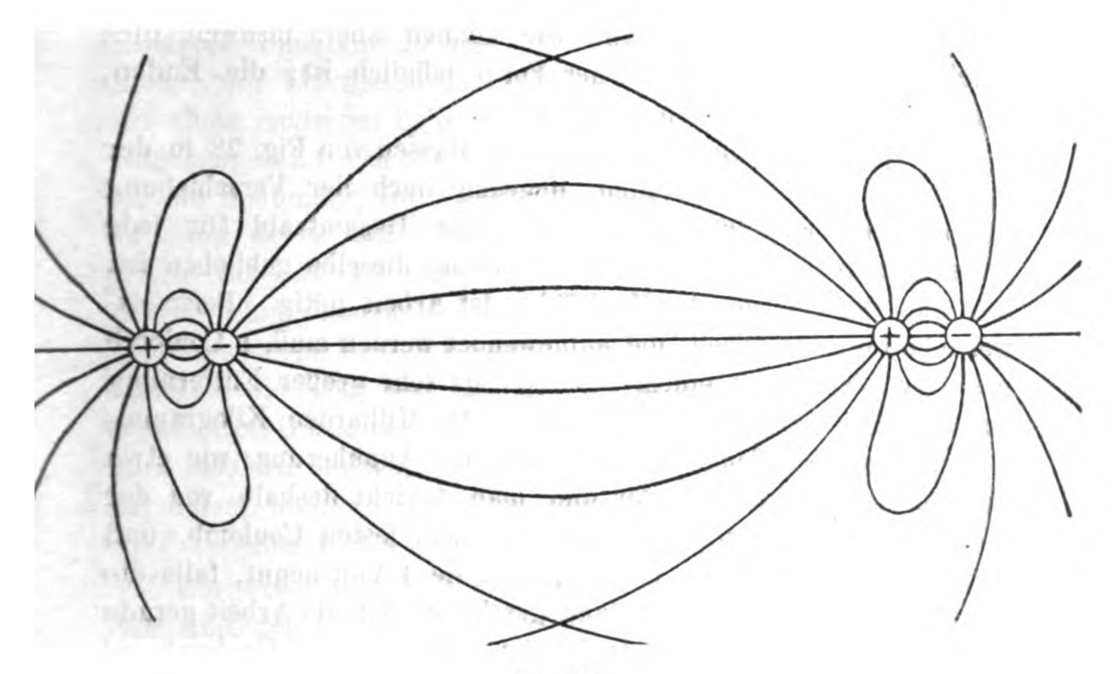


Fig. 28.

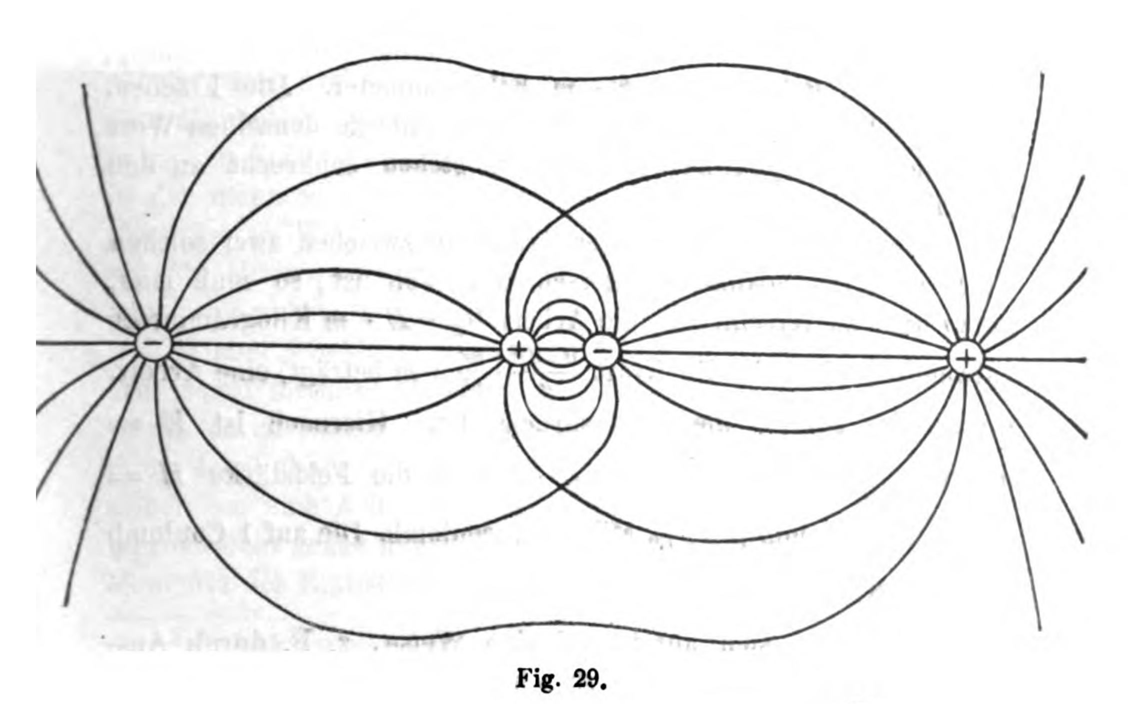


Fig. 29.

welche ihre Enden erscheinen. Sie können aber, insoweit dies durch stetige Änderungen der Form möglich ist, die Enden, von welchen sie ausgehen, vertauschen.

Beispielsweise sind bei den vier Massen von Fig. 28 in der Mitte nur wenig Kraftfäden, dagegen nach der Verschiebung entsprechend Fig. 29 viele, obschon die Gesamtzahl für jede Masse entsprechend der konstanten Ladung dieselbe geblieben ist.

Zur Deformation der Kraftfäden ist Arbeit nötig. Beispielsweise beträgt die Arbeit, die aufgewendet werden muß, 1 Coulomb positiver Elektrizität einem zweiten aus sehr großer Entfernung bis auf 1 Meter Abstand zu nähern $^9/_g$ Milliarden Kilogrammmeter. Die abstoßende Kraft hindert die Annäherung wie etwa eine entgegenwirkende Feder und man spricht deshalb von der Spannung im Abstande 1 Meter von dem festen Coulomb, und sagt, sie sei 9 Milliarden Volt, da man sie 1 Volt nennt, falls die Annäherung auf solchen Abstand geschieht, daß die Arbeit gerade $^1/_g$ Kilogrammeter (= 1 Joule) ist. Werden m Coulomb m' Coulomb auf den Abstand r Meter genähert, so ist die Arbeit $\frac{9 \cdot 10^9}{g} \cdot \frac{m'}{r} \cdot m$ Kilogrammeter und die Spannung $E = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{m'}{r}$ Volt.

Die Masse m besitzt infolge der Spannung potentielle Energie, die eventuell wieder in Arbeit zurückverwandelt werden könnte, nämlich den Betrag $^1/_g \cdot E \cdot m$ Kilogrammeter. Die Flächen, an deren Punkten überall die potentielle Energie denselben Wert hat, die „Äquipotentialflächen“, stehen senkrecht zu den Kraftlinien.

Bezeichnet l die Länge der Kraftlinie zwischen zwei solchen Flächen, deren Spannungsunterschied E Volt ist, so muß man, um m um l zu verschieben, die Arbeit $^1/_g \cdot E \cdot m$ Kilogrammeter aufwenden, oder, da die Kraft $\frac{9 \,.\, 10^9}{g} \cdot \frac{m'}{r^2} \cdot m$ beträgt, eine Arbeit, welche das l-fache dieses Ausdrucks ist. Hiernach ist $E = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{m'}{r^2} \cdot l = 9 \cdot 10^9 \cdot H \cdot l$ oder die Feldstärke $H = \frac{E}{9 \cdot 10^9 \cdot l}$ Kilogramm pro $g/_{.9}$ Millimikrocoulomb. Die auf 1 Coulomb wirkende Kraft ist also $\frac{E}{g \cdot l}$ Kilogramm.

Denkt man sich auf irgend eine Weise, z. B. durch Auseinanderziehen zweier ursprünglich beieinanderliegender entgegen-

gesetzter Konduktoren, ein Feld erregt, so wird dieses, wie dargelegt, mit Lichtgeschwindigkeit im Raume forteilen. Trifft es auf einen isolierten Leiter, so werden die in diesem vorhandenen entgegengesetzt elektrischen Partikelchen geschieden, so lange bis die Spannung auf dem ganzen Leiter dieselbe geworden ist, da dann das E der obigen Formel, somit die treibende Kraft gleich Null ist. In einem Elektrolyten wird unter gleichen Umständen eine Verschiebung der Jonen eintreten, speziell in regulär krystallisiertem Jodsilber werden die positiven Jonen wandern, während die negativen an ihrem Orte bleiben. In einer hochevakuierten Glaskugel scheint gerade das Umgekehrte der Fall zu sein, insofern die Kathodenstrahlen Ströme negativer Elektrizität darstellen, während von einer entgegengesetzten Strömung positiver Teilchen nichts wahrzunehmen ist.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen Influenz durch Elektrolyse und solcher durch Entladung ist ferner der, daß erstere schon bei der geringsten Größe der elektrischen Kraft, d. h. nach obiger Formel bei der geringsten Spannungsdifferenz pro Längeneinheit (Spannungsgefälle) eintritt, Entladung dagegen erst, wenn das Potentialgefälle einen bestimmten Wert, den man als Entladungsgradienten bezeichnet, übersteigt.

Versuche diesen Entladungsgradienten durch allmähliches Annähern einer evakuierten Kugel an einen geladenen Konduktor oder allmähliche Erhöhung der Spannung desselben zu bestimmen [1] haben zu keinem klaren Ergebnisse geführt, [2] da durch Influenz in der mehr oder minder leitenden Glashülle bzw. der auf dieser absorbierten Wasserhaut eine derartige Schirmwirkung hervorgebracht wird, dass die Spannung im Innern der Kugel ähnlich wie in einer Metallkugel in kurzer Zeit konstant wird, die Kräfte, welche eine Scheidung der Elektrizitäten im Gase bewirken könnten, somit fortfallen. Vermeiden läßt sich dies bis zu gewissem Grade durch rasche Änderung der Spannung oder rasche Bewegung der Vakuumkugel, insbesondere auch durch Drehung derselben um eine Achse senkrecht zu den Kraftlinien, doch kann hierbei nicht genau angegeben werden, wie groß die Spannung im Momente des Eintritts der Entladung war, namentlich, worauf ich

[1] O. Lehmann, Wied. Ann. 47, 426, 1892.

[2] Vgl. auch O. Lehmann, Boltzmann-Festschrift 1904, S. 288.

schon früher hingewiesen habe,[1] wenn die Spannungsänderung durch Verwendung von Hochfrequenzstrom geschieht, wobei die gemessene mittlere Spannung sehr beträchtlich von der für die Entladung maßgebenden maximalen verschieden sein kann, oder wenn durch Resonanzerscheinungen unvorhergesehene Erhöhung der Spannung eintritt.

Messende Versuche lassen sich also nur mit langsamen Spannungsänderungen durchführen, doch muß dabei die Glaswand vermieden werden, d. h. man muß Elektroden in das Gas einführen, sei es metallisch-, sei es elektrolytisch-leitende.

Denkt man sich die Elektroden, etwa durch Auseinanderziehen entgegengesetzt elektrischer, ursprünglich dicht aneinander liegender Kondensatorplatten, die durch Drähte damit verbunden sind, geladen, so wird das elektrische Feld oder richtiger jede Änderung desselben mit Lichtgeschwindigkeit von jeder zur andern fortschreiten und allen Elektronen, die es auf dem Wege trifft, einen entsprechenden Bewegungsantrieb erteilen. In diesem Sinne kann man sagen, daß sich der elektrische Strom oder richtiger die Änderung desselben mit Lichtgeschwindigkeit von den Elektroden aus ausbreitet.

Befindet sich zwischen den Elektroden eine metallisch oder elektrolytisch leitende Flüssigkeit, deren Elektronen schon dem geringsten Kraftantrieb folgen, so ist dies unzweifelhaft zutreffend.

Bei den Entladungen in Gasen setzt die Bewegung der Elektrizitätsteilchen erst nach Überschreitung des Entladungsgradienten ein. Dann aber muß die Störung ebenso mit Lichtgeschwindigkeit fortschreiten wie in Flüssigkeiten, falls der Entladungsprozeß darin besteht, daß an jedem Punkte, den die Änderung des Feldes erreicht, Elektronen geschieden werden.

Die Bildung der Kathodenstrahlen steht mit dieser Auffassung nicht im Einklang. Sie weist darauf hin, daß nur unmittelbar an der Oberfläche der Kathode Scheidung der Elektrizitätsteilchen eintritt[1], worauf die positiven Teilchen ihre Elektrizität sofort an die Kathode abgeben, während die negativen mit sehr großer Geschwindigkeit geradlinig und senkrecht zur Elektrodenoberfläche fortgeschleudert werden. Der dunkle Kathodenraum ist (nach Crookes) ein Gebiet, in welchem sie ihre Bahn frei durch-

[1] O. Lehmann, Wied. Ann. 56, 320, 1895.

laufen, ohne auf andere Teilchen zu stoßen, d. h. wo solche nicht vorhanden sind.[2]

Am einfachsten liegen die Verhältnisse bei einer feinen Spitze, der als andere Elektrode eine große Fläche, z. B. die Wand des Zimmers, in weitem Abstand gegenübersteht. Auch hier beobachtet man bei negativer Elektrisierung unter dem Mikroskop die Bildung der Kathodenschichten, wenigstens wenn die Spannung den Entladungsgradienten nur sehr wenig übersteigt (s. Fig. 30 rechts). Andernfalls bildet sich infolge der starken Erhitzung Metalldampf, in welchem die Entladungsspannung geringer ist, so daß die Stromstärke beträchtlich anwächst (damit auch wieder die Temperatur usw.) und ein blendend leuchtender Lichtpunkt entsteht, in welchem die Schichten, die auf sehr geringe Dimensionen zusammengeschrumpft sind, nicht mehr deutlich wahrgenommen werden können. Ist ein großer Widerstand eingeschaltet, so kann die Spannung unter den zur Metallentladung nötigen Wert sinken, so daß wieder Gasentladung eintritt, welche nach einiger Zeit abermals in Metallentladung übergeht usw., es bildet sich ein intermittierender Büschel. Die reine Gasentladung wird als Glimmentladung bezeichnet, die Metallentladung ist eine Übergangsform zum Lichtbogen Fig. 18 und wird, wenn stetig, „Büschellichtbogen" genannt. Bei positiver Spitze fehlen die drei Schichten, die Spitze bedeckt sich im einfachsten Falle mit einer dünnen rosafarbenen Lichthaut (s. Fig. 30 links), eine Fortschleuderung positiver Teilchen analog der Bildung der Kathodenstrahlen findet also nicht statt, wohl aber werden positive Teilchen fortgetrieben. In beiden Fällen beobachtet man die Erscheinung des „elektrischen Windes", wobei die elektrischen Teilchen unabhängig von der durch ihre Stoßwirkung veranlaßten Luftströmung ungefähr dem Verlauf der Kraftlinien des

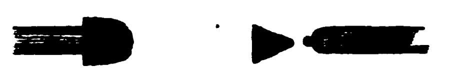


Fig. 30.

---

[1] Nach G. C. Schmidt, Ann. d. Phys. 12, 622, 1903 an der Grenze des Dunkelraums, da in diesem Jonen fehlen.

[2] In einem angeschlossenen zweiten nur zeitweise benutzten elektrischen Ei konnte ich keine Drucksteigerung beobachten, wenn sich im ersten der Dunkelraum allmählich soweit ausdehnte, dass er das ganze Ei ausfüllte. (S. auch diese Verh. Bd. 15 p. 86, 1901).

durch sie selbst modifizierten Feldes [1] entsprechend fortschreiten, wie Fig. 31 andeutet, welche die Äquipotential- und Kraftlinien in einem großen Zimmer darstellt, in welchem von der Decke herab eine bis auf die Spitze isolierte Elektrode herabhing. [2] Man ersieht aus der Figur namentlich, daß in der Nähe des mit Blechtafeln belegten und mit der Wasserleitung verbundenen Bodens das Potential keineswegs überall gleich Null ist infolge der Anwesenheit der elektrisierten Luft. Für positive und negative Elektrizität sind die Erscheinungen genau dieselben, so daß man annehmen muß, daß die Verschiedenheit der positiven und negativen Teilchen, die in der Verschiedenheit des positiven und negativen Glimmlichts zum Ausdruck kommt, in einiger Entfernung von der Spitze verschwindet, vermutlich dadurch, daß sich dieselben mit Luftteilchen beladen und mit diesen größere Komplexe (Molionen) bilden, die sich infolge ihrer großen Masse nur langsam fortbewegen können.

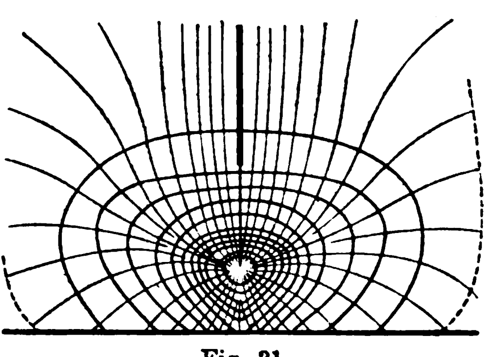


Fig. 31.

Bei zwei entgegengesetzt elektrischen Spitzen gestaltet sich der Verlauf des elektrischen Windes so, wie in Fig. 32 durch die gefiederten Pfeile angedeutet ist; es kann aber auch Rotation (Wirbelbewegung) eines Teils der Luftmasse eintreffen, wie Fig. 33 zeigt. Die nicht gefiederten Pfeile stellen die Bahnen der Jonen dar. [3]

Wenn nun auch zur Annahme der Existenz getrennter Elektrizitätsteilchen zunächst nur das Bestreben geführt hat, die Erscheinungen zu begreifen, da die Scheidung der Elektrizitäten durch Influenz nur verständlich wird durch diese Annahme, so läßt sich doch, sowohl im Falle der Elektrolyse, wie auch in dem der konvektiven elektrischen Entladung in Form des elektrischen Windes beweisen, daß getrennte Elektrizitätsmengen sich be-

---

[1] Siehe O. Lehmann, Wied. Ann. **44**, 646, 1891.

[2] O. Lehmann, Ann. d. Phys. **6**, 670, 1901.

[3] O. Lehmann, Wied. Ann. **63**, 293, 1897.

wegen, ja man ist sogar in der Lage, deren Größe in Coulomb genau zu bestimmen.

Da im Fall der Elektrolyse des Wassers 1 Coulomb 0,01 *mg* Wasserstoff, d. h. vier Trillionen Wasserstoffatome zur Ausscheidung bringt, so folgt, daß ein Wasserstoffatom und ebenso jedes andere einwertige Atom $0{,}25 \cdot 10^{-18}$ Coulomb [1] von der Anode zur Kathode überträgt, d. h. mit dieser Elektrizitätsmenge geladen ist.

Weil das Gewicht eines Wasserstoffatoms $2{,}5 \cdot 10^{-27} = 2^1/_2$ Tausendstel Quadrilliontel Kilogramm beträgt, ist die Ladung

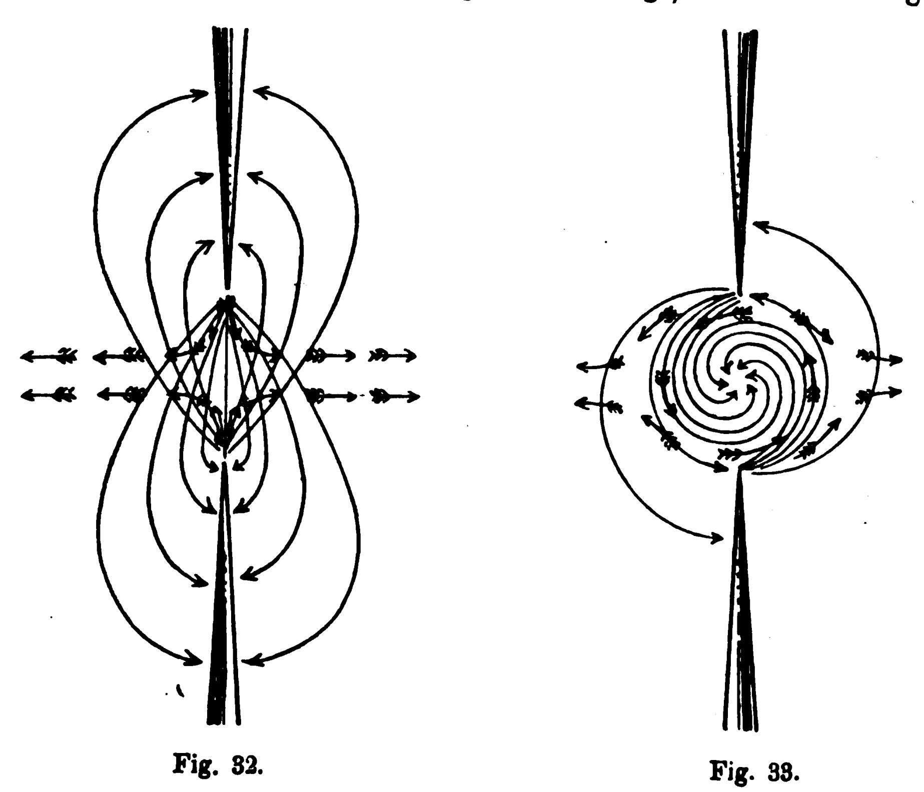


Fig. 32. Fig. 33.

pro Kilogramm hundert Millionen Coulomb, also enorm groß, und demgemäß auch die Kraft, mit welcher eine solche Menge von Jonen gegen die entgegengesetzt elektrische Elektrode hingetrieben wird. Sie ist nach S. 27

$$K = \frac{E \cdot 10^8}{g \cdot l} \text{ Kilogramm,}$$

[1] Genauer nach Planck $0{,}156 \cdot 10^{-18}$ Coulomb, weil 0,01 *mg* (genauer $^1/_{96540}$ Gramm) Wasserstoff 6,42 Trillionen Atome enthält.

also, wenn die Spannungsdifferenz pro Meter $\frac{E}{l}$ auch nur 1 Volt beträgt = 1,1 Millionen Kilogramm. Daß nichts desto weniger die Wasserstoffionen bei der Elektrolyse sich nur mit sehr geringer Geschwindigkeit verschieben, erklärt sich durch den großen Reibungswiderstand des Wassers, und daß keine Strömung entsprechend dem elektrischen Wind entsteht, dadurch, daß nicht wie bei Fig. 32 die Wege der positiven und negativen Jonen verschieden sind, weil für die Elektrolyse kein Entladungsgradient besteht, also der Strom nicht lediglich von der Spitze der Elektroden ausgeht.

Im Falle der Spitzenentladung kann man, um die Ladung zu erfahren, nach J. J. Thomson die Luft so stark expandieren lassen, bis Nebelbildung eintritt. Da diese, falls kein Staub vorhanden (z. B. ursprünglich vorhandener durch vorhergehende Nebelbildung niedergeschlagen ist), nur eintritt, wenn Jonen zugegen sind, indem jedes Jon einen Wassertropfen um sich kondensiert (wie man leicht feststellen kann, dadurch, daß nach dem Sinken des Nebels erneute Expansion keine Nebelbildung mehr hervorruft), so muß jedes Tröpfchen ein Jon enthalten. Das Gewicht der darum kondensierten Wassermenge, durch welches es nach unten gezogen wird, ergibt sich aus der Geschwindigkeit, mit welcher der Nebel sinkt (da diese durch den Radius der Tröpfchen bedingt ist) und der aus dem Feuchtigkeitsgehalt und der Größe der Expansion zu bestimmenden gesamten Wassermenge.

Läßt man auf den Nebel einen entgegengesetzt elektrischen Konduktor einwirken mit solcher Ladung, daß das Sinken gerade verhindert wird, somit die auf die Jonen ausgeübte elektrische Kraft dem Gewicht der Tröpfchen gleich ist, so ergibt sich aus der Ladung dieses Konduktors und dem Abstand nach dem Coulombschen Gesetz die Ladung der Jonen. Sie findet sich gleich der der Jonen bei der Elektrolyse, also $= 0{,}156 \cdot 10^{-18}$ Coulomb.

Die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Molionen bewegen, ergibt sich aus der Stromstärke. Würde man z. B. in eine mit dem elektrisierten Gas gefüllte ringförmig in sich zurücklaufende Röhre (Fig. 34) einen Magnetpol n einschieben, so würden alle Jonen, je nach dem Sinn ihrer Elektrisierung in der einen oder

andern Richtung in Bewegung gesetzt, entsprechend der elektrodynamischen Kraft, d. h. der elektromotorischen Kraft der Induktion, welche in diesem Falle ebenso wirkt wie die elektrostatische Kraft eines elektrischen Feldes, wie es entstehen würde, wenn von einer Stelle in das Rohr entgegengesetzt geladene Kondensatorplatten eingeschoben und auseinander gezogen würden (Fig. 35). Die Zahl der Jonen (es sei nur eine Art vorhanden) per Kubikmeter sei N, die elektrische Spannungsdifferenz per Meter E Volt, die Geschwindigkeit der Jonen U Meter per Sekunde, Q die Ladung eines Jons in Coulomb, dann ist die Stromstärke $J = N \cdot Q \cdot U \cdot E$ Ampere, also wenn R den Widerstand in *Ohm* bedeutet, $\frac{1}{R} = N \cdot Q \cdot U$ und $U = \frac{1}{R} \cdot N \cdot Q$ m/sec. Aus den Messungen folgt hiernach, daß die Geschwindigkeit der positiven und negativen Molionen gleich ist und nur wenige Meter per Sekunde beträgt.

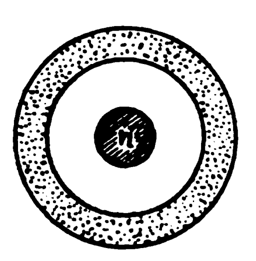


Fig. 34.

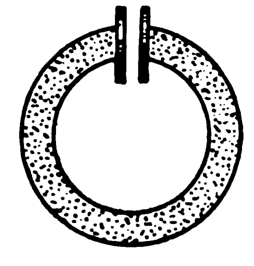


Fig. 35.

Der Fall, daß nur eine Art Jonen vorhanden ist, tritt ein, wenn eine Spitze einer ausgedehnten großen Platte als zweiter Elektrode gegenübersteht. Die elektrisierte Luft erweist sich dann als unipolar leitend, d. h. ein entgegengesetzt elektrischer Körper wird entladen, wie wenn er in eine leitende Flüssigkeit gebracht würde, nicht aber ein gleichartig elektrischer. Stehen sich zwei Spitzen gegenüber, so bekommt die Luft bipolares Leitungsvermögen, d. h. sie verhält sich ähnlich wie eine elektrisch leitende Flüssigkeit.[1]

Ein wesentlicher Unterschied besteht aber darin, daß sie, zwischen entgegengesetzt elektrische Platten gebracht, nicht dauernd Strom durchläßt, wie ein Elektrolyt, sondern nur so lange, bis die vorhandenen Jonen durch die elektrostatische Wirkung der Platten herausgezogen sind. Wollte man dauernden

[1] O. L. Ann. d. Phys. 6, 661, 1901.

Strom haben, so müßte man die entzogenen Jonen durch fortgesetzte Elektrisierung durch die Spitzen wieder ergänzen.

Die sogenannte elektrolytische Entladungstheorie nimmt an, daß auch die Entladung nichts anderes als ein derartiger Strom ist, der nur in dem Momente, in welchem der Entladungsgradient erreicht wird, enorm stark anwächst, da dann durch Stoßwirkung der Jonen neue Jonen gebildet werden (durch Zertrümmerung der Moleküle), die selbst wieder in gleicher Weise wirken usf., so daß momentan der Widerstand der Gasmasse ein außerordentlich kleiner wird, während er zuvor abnorm groß war.

Indem man in einer evakuierten Glaskugel längere Zeit die Spannung in der Nähe des Entladungsgradienten erhält, müßte es also möglich sein, die ursprünglich vorhandenen Jonen ganz aus dem Gase herauszuziehen und weitere Entladung unmöglich zu machen, sowohl wegen Mangels an Elektronen, wie auch wegen Mangel eines Potentialabfalls, da die gegen die Glaswandung getriebenen verschobenen Elektronen das Potential in der ganzen Kugel konstant machen müssen, ähnlich wie in einer influenzierten Metallkugel.

Versuche, die ich in dieser Richtung anstellte, blieben ergebnislos wegen der bereits besprochenen Schirmwirkung der Glashülle.

Bei Anwendung eines großen elektrischen Ei's mit metallischen Elektroden von großer Oberfläche konnte ich keine Spur eines der Entladung vorangehenden Stromes auffinden, auch nicht im Falle starker „Verzögerung", welche nach der elektrolytischen Theorie bedingt sein soll, durch Verbrauch der Stromarbeit zur Jonenbildung, also den Durchgang eines konstanten Stromes voraussetzt. [1] Freilich ist dies kein Beweis für die wirkliche Nichtexistenz des von der Theorie geforderten Stromes, da er weit schwächer sein kann, als der schwächste experimentell nachweisbare.

Die untere Grenze der Stromstärke stellt ein Strom dar, bei welchem sich in jedem Moment nur ein einziges Jon zwischen den Elektroden befindet. Setzt man die Ladung desselben $= 0{,}156 \cdot 10^{-18}$ Coulomb, die Geschwindigkeit $= 10^7$ Meter per Sekunde (vgl. S. 37) und die Elektrodendistanz $= 0{,}6$ Meter, so ist die Zeit, in welcher das Elektron diese Distanz zurücklegt $= 0{,}6 \cdot 10^{-7}$

---

[1] Siehe **Kaufmann**, Ann. d. Phys. **2**, 171, 1900.

Sekunden. Da sich in dieser Zeit $0{,}156 \cdot 10^{-18}$ Coulomb durch die Leitung bewegen, ist die Stromstärke $\frac{0{,}156 \cdot 10^{-18}}{0{,}6 \cdot 10^{-7}} = 0{,}26 \cdot 10^{-11}$ Ampere. Ist die Elektrode eine isolierte Kugel von 2 cm Durchmesser, so ist ihre Kapazität $^1/_9 \cdot 10^{-11}$ Farad, die Abnahme der Spannung x pro Sekunde somit derart, daß $^1/_9 \cdot 10^{-11} \cdot x = 0{,}26 \cdot 10^{-11}$, also $x = 0{,}26 \cdot 9 = 2{,}34$ Volt. Eine derartige Spannungsabnahme konnte leider mittels der benützten Elektrometer nicht mit Sicherheit konstatiert werden, immerhin scheinen mir die Versuche gegen die elektrolytische Theorie zu sprechen und für die disruptive Theorie Faradays.

Der seitens der Anhänger der elektrolytischen Theorie vorgebrachte Einwand, die Kraft des Feldes sei unzureichend die Jonen zu trennen,[1] scheint mir nicht unbedingt beweisend.[2]

Das Auftreten der Kathodenstrahlen weist darauf hin, daß die negativen Teilchen eine sehr viel geringere Masse besitzen als die positiven, so daß sie, da ja die Kraft infolge der gleichen Ladung für beide dieselbe ist, weit größere Beschleunigung erlangen. Weil sich ihnen in hoch evakuierten Gefäßen keinerlei Reibungswiderstand entgegenstellt, insbesondere in dem Dunkelraum, wenn man diesen mit Crookes als durch die Stoßwirkung der Elektronen von Atomen gesäubert betrachtet, so ist verständlich, daß ihre Geschwindigkeit eine so hohe werden kann, daß sie, wie Hertz gefunden hat, dünne Metallschichten zu

---

[1] Setzt man den Abstand zweier Atome im Molekül = 0,1 Milliontel mm $= 10^{-10}$ m, ihre Ladung $= 10^{-19}$ Coulomb, so ist die Kraft mit welcher sie sich anziehen $= 10^{-7}$ Kilogramm. Die Kraft des elektrischen Feldes, welche sie auseinanderzieht, ist $^1/_9 \cdot {}^E/_l \cdot 10^{-19}$, somit muß die Spannungsdifferenz pro Meter $^E/_l = 9{,}81$ Billionen Volt betragen, wenn die Anziehungskraft überwunden werden soll (die Dielektrizitätskonstante = 1 gesetzt).

[2] Ich berechnete die Beschleunigung, mit welcher zwei entgegengesetzte einwertige Atome von der Masse der Wasserstoffatome in einer Entfernung von der Größe des Molekulardurchmessers gegen einander zu fallen suchen zu 6,67 Trillionen Meter pro Sekunde. Die Kraft eines Feldes von 1000 Volt pro Meter würde ihnen allerdings nur eine Beschleunigung von 10 Milliarden Meter in entgegengesetzter Richtung erteilen. Allein tatsächlich fallen die Atome im Molekül nicht gegeneinander, sie werden vielmehr, vermutlich durch die Zentrifugalkraft der Rotation, mit gleich großer Kraft auseinandergetrieben, so dass sehr wohl die Kraft des Feldes dazu führen kann, sie auseinander zu reißen. Rotation solcher entgegengesetzter Pole im homogenen Felde würde freilich elektrische Schwingungen und Wellen erzeugen.

durchdringen vermögen, ja sogar wie Lenard beobachtete, durch ein Aluminiumfenster aus der Röhre in das Freie heraustreten können.

Diese Eigentümlichkeit bietet zugleich die Möglichkeit, ihre negative Ladung nachzuweisen, indem man sie nach Perrin einem Elektroskop zuleitet, welches sich in einem geschlossenen, zur Erde abgeleiteten metallischen Behälter befindet, der an einer Stelle ein Aluminiumfenster besitzt, um die Kathodenstrahlen einleiten zu können.

Zur direkten Messung der Geschwindigkeit der Teilchen kann man ihre Ablenkung durch den Magneten verwenden. Stellt man auf der Bahn in einem gewissen Abstand zwei Wechselstromelektromagnete auf und steigert die Frequenz des Wechselstroms so hoch, daß in der Zeit, in welcher die Teilchen vom ersten Magnet zum zweiten gelangt sind, die Stromrichtung sich gerade in die entgegengesetzte verwandelt hat, so wird die durch den ersten Magneten hervorgebrachte Ablenkung der Kathodenstrahlen durch den zweiten wieder aufgehoben. Umgekehrt kann man, falls dies geschieht, sagen, daß die Geschwindigkeit der Strahlen gleich ist der Entfernung der beiden Magnete, dividiert durch die halbe Schwingungsdauer des Wechselstroms. Auf diesem Wege haben Des Coudres[1] und Wiechert[2] Geschwindigkeiten von 22 bis 50 Millionen Meter pro Sekunde gefunden.

Aus der Geschwindigkeit v ergibt sich ferner die (scheinbare) Masse der Teilchen. Ist ihr der Masse entsprechendes (scheinbares) Gewicht P Kilogramm, also die Bewegungsenergie $\frac{1}{2} \cdot \frac{P}{g} \cdot v^2$ Kilogrammeter, so folgt, da diese Energie gleich der Stromarbeit pro Sekunde, d. h. $= \frac{1}{g} \cdot Q \cdot E$ sein muß, wenn Q die Ladung in Coulomb und E die Spannung in Volt, $\frac{1}{2} \frac{P}{g} \cdot v^2 = \frac{1}{g} \cdot Q\, E$ oder $P = Q \cdot \frac{2\,E}{v^2}$ Kilogramm. Bei Einsetzung von $v = 10^8$ Meter, $E = 10^4$ Volt und $Q = 0{,}25 \cdot 10^{-8}$ Coulomb ergibt sich dieses scheinbare Gewicht der Teilchen = 2,5 Quinquilliontel Kilogramm.

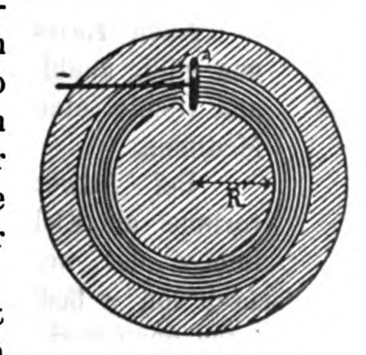
Eine Prüfung dieses Ergebnisses ist auf verschiedene Weise

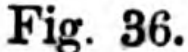
[1] Des Coudres, Verh. phys. Ges. Berlin **14**, 86, 1895

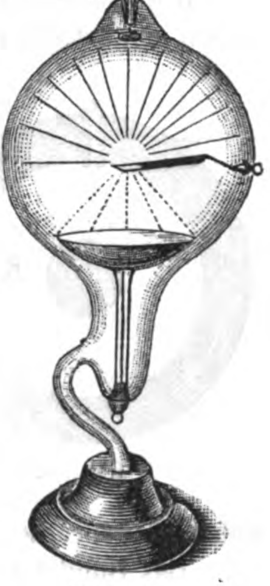
[2] Wiechert, Wied. Ann. **69**, 739, 1899.

möglich, z. B. indem man die Energie der Strahlen, dadurch, daß man sie auf die Wand eines Kalorimeters fallen läßt, in Wärme umsetzt und als solche bestimmt. (Diese Wärmeproduktion wurde von Crookes durch Glühendmachen eines Platinblechs demonstriert) (Fig. 36). Die Wärmemenge, welche ein Teilchen entwickelt, beträgt $\frac{1}{430 \cdot 2} \cdot \frac{P}{g} \cdot v^2$ Kalorien. Die Zahl der Teilchen pro Sekunde beträgt, wenn i die Stromstärke in Ampere ist: i/Q, somit die Gesamtwärme pro Sekunde $\frac{i}{Q \cdot 430 \cdot 2} \cdot \frac{P}{g} \cdot v^2$ Kalorien. Da alle Größen bekannt sind, kann man sie berechnen und findet sie mit dem beobachteten Wert in Übereinstimmung.

Ein anderes Mittel ist die Messung der Ablenkung durch den Magneten. In Fig. 37 bedeutet die schraffierte Fläche einen in r Meter Abstand hinter der Ebene der Zeichnung befindlichen Magnetpol von m Weber Stärke, a eine Kathode, von welcher senkrecht Kathodenstrahlen ausgehen, die durch Wirkung des Magneten zu Kreisen gebogen werden, so daß sie schließlich die Rückfläche der Kathode treffen, die sie aber infolge der elektrostatischen Abstoßung nicht wirklich erreichen können.




Fig. 36.


Fig. 37.

Die Kraft, mit welcher der Magnetpol auf einen unendlich langen geraden, von i Ampere durchflossenen Leiter wirken würde, beträgt $^2/_g \cdot \frac{i \cdot m}{r}$ Kilogramm. Wird dieser zu einem Kreis zusammengebogen, so ist die Kraft π mal so groß, auf ein Stück von der Länge 1 Meter ist sie $2\pi r$ mal kleiner, also auf ein Stück von l Meter $= {^1/_g}\, \frac{i \cdot m \cdot l}{r^2}$ Kilogramm. Denkt man sich nun an Stelle des Kreisstromes einen elektrisch geladenen Ring gleichmäßig rotierend und ist die Ladung der äußerst kleinen

Länge l, welche gerade ein Kathodenstrahlteilchen enthält, Q Coulomb, und bewegt sich dieses in der Zeit t Sekunden durch die Strecke l, so wirkt darauf eine elektrodynamische Kraft wie auf einen Strom von der Stärke $\frac{Q}{t} = Q \cdot \frac{v}{l}$ Ampere, wenn man die Geschwindigkeit $\frac{l}{t} = v$ setzt, d. h. die Kraft $K = \frac{1}{g} \cdot \frac{Q \cdot m \cdot v}{r^2}$ Kilogramm. Diese Kraft kann auch als Zentripetalkraft bezeichnet werden, da sie das Teilchen nötigt, sich im Kreise um das Zentrum der Bahn zu bewegen. Es muß also sein $K = \frac{P}{g} \cdot \frac{v^2}{R}$, somit ist $P = Q \cdot \frac{R \cdot m}{v \cdot r^2}$ Kilogramm. Beim Einsetzen der beobachteten Werte ergibt sich wieder die obige Zahl.

Wären die Kathodenstrahlen nicht senkrecht, sondern schräg zu den magnetischen Kraftlinien gerichtet, so würde sich der Kreisring in eine zylindrische Spirale verwandeln. Man sagt, die Kathodenstrahlen suchen sich um die magnetischen Kraftlinien in Spiralen herumzuwickeln.[1]

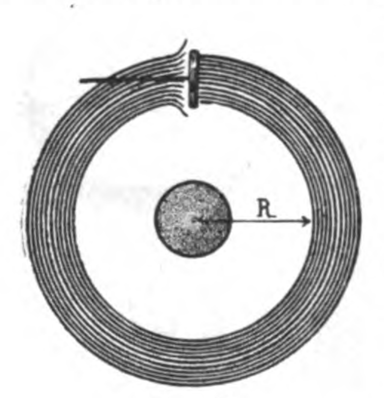


Fig. 38.

Nach Lenard[2] ist die Ablenkung völlig unabhängig von der Natur und Dichte eines etwa vorhandenen Mediums.

Bei Anwendung eines Induktoriums als Elektrizitätsquelle treten infolge der wechselnden Spannung, welche entsprechenden Wechsel von v bedingt, Komplikationen ein. Das Bündel löst sich wegen der verschiedenen Ablenkbarkeit verschieden schneller Strahlen in ein Spektrum auf. (Dispersion der Kathodenstrahlen).[3]

In ähnlicher Weise wie durch magnetische Kraft kann ein Kathodenstrahlenbündel auch durch elektrische Kraft abgelenkt werden; es wäre selbst denkbar, daß es durch einen positiven

---

[1] Siehe Riecke, Wied. Ann. **13**, 191, 1881 und Lamprecht, Wied. Ann. **19**, 580, 1886.

[2] Lenard, Wied. Ann. **52**, 23, 1894.

[3] E. Wiedemann und Ebert Sitz. Ber. d. phys. med. Soc. zu Erlangen 14. Dez. 1891. Vergl. auch Lenard, Beibl. **21**, 779, 1897 und Strutt, Phil. Mag (5) **48**, 478, 1899.

Pol wie Fig. 38 zeigt, zu einem Kreisring zusammengebogen würde Ebenso wie oben wäre dann die Zentrifugalkraft $= \frac{P}{g} \cdot \frac{v^2}{R}$. Die elektrische Kraft ist nach dem Coulombschen Gesetz wenn q die Ladung des ablenkenden Konduktors in der Mitte bedeutet, $= \frac{9 \cdot 10^9}{g} \cdot \frac{q \cdot Q}{R^2}$ Kilogramm, somit $P = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot q \cdot Q}{v^2 \cdot R}$ Kilogramm.

Auch in diesem Falle ergibt sich dasselbe scheinbare Gewicht P der Kathodenstrahlteilchen, wenn man für v die direkt bestimmte Geschwindigkeit derselben einsetzt oder die aus der magnetischen Ablenkung berechnete.

Für den Fall, daß nicht ein Kreis entsteht, sondern nur eine schwache Ablenkung s auf der Strecke l, lautet die Formel, die ganz analog der Formel für die Wurfbewegung abzuleiten ist:

$$P = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot q \cdot Q \cdot l^2}{v^2 \cdot R^2 \cdot s} \text{ Kilogramm.}$$

Im Falle der magnetischen Ablenkung gilt:

$$P = \frac{m \cdot Q \cdot l^2}{2 \cdot v \cdot r^2 \cdot s} \text{ Kilogramm.}$$

Man kann auch gleichzeitig elektrische und magnetische Kraft einander entgegen wirken lassen, so daß sie sich kompensieren.

Die magnetische Kraft ist $= \frac{1}{g} \cdot \frac{m \cdot Q}{r^2} v$ Kilogramm

Die elektrische Kraft ist $= \frac{9 \cdot 10^9}{g} \cdot \frac{q \cdot Q}{R^2}$ Kilogramm

somit

$$v = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{r^2}{R^2} \cdot \frac{q}{m} \text{ Meter pro Sekunde.}$$

Nach Einsetzung der experimentell ermittelten Größen erhält man einen Wert für v, welcher die direkten Messungen bestätigt. Alle diese Versuche ergeben also übereinstimmend, daß ein Kathodenstrahlteilchen sich so verhält, als ob es ein Gewicht von 2,5 Quinquilliontel Kilogramm hätte. Da nun aber die Elektrizität ein Imponderabile ist, muß man entweder mit Crookes annehmen, daß die Kathodenstrahlteilchen mit wägbarer Masse fest verbunden sind, oder daß die Masse nur eine scheinbare, durch die Selbstinduktion bedingte ist.

Denkt man sich eine unendlich lange Stange, welche pro Meter mit 1 Coulomb geladen ist, mit der Geschwindigkeit von 1 Meter pro Sekunde in ihrer Richtung fortgezogen, so wirkt sie auf einen in der Nähe befindlichen Magnetpol ebenso wie ein

unendlich langer gerader Strom von 1 Ampere Stärke d. h. sie erzeugt ein Magnetfeld um sich herum, dessen Kraftlinien conachsiale Kreise sind.

Dieses Magnetfeld breitet sich, sobald die Stange in Bewegung gesetzt wird, mit der Geschwindigkeit von 300 000 000 Meter pro Sekunde im Raume aus. Trifft es auf einen Magnetpol, so wirkt auf diesen plötzlich, d. h. rasch ansteigend, die elektrodynamische Kraft, während die entsprechende Gegenwirkung auf die Stange in voller Stärke schon vorhanden war, weil sie sich von Anfang an im Magnetfeld des Pols befunden hat. Da nun Wirkung und Gegenwirkung notwendig gleichzeitig sein müssen, ist anzunehmen, daß der elektrodynamischen Kraft auf die Stange (bezw. den Strom) nicht direkt die Wirkung auf den Magnetpol entspricht, sondern eine Wirkung auf verborgene Massen des Feldes, welche dann später eine Stoßwirkung auf den Magnetpol ausüben. Man gelangt also zu der Auffassung, daß sich im magnetischen Felde Massen in Bewegung befinden, deren Bewegungszustand einen Energiebetrag darstellt.

Diese Energie muß bei Erzeugung des Stromes aufgewendet werden und heißt magnetische Energie. Ihr Betrag ergibt sich leicht aus der Formel für die Arbeit, welche geleistet werden muß, eine elektrische Masse entgegen der elektrischen Spannung zu verschieben. Um dauernd einen Strom von J Ampere bei der Spannung E Volt zu unterhalten, muß pro Sekunde die Arbeit $1/g \cdot E \cdot J$ Kilogrammeter geleistet werden. Wächst der Strom in einer Sekunde von Null bis J Ampere, so ist die geleistete Arbeit $\frac{1}{2g} E J$ Kilogrammeter. Ist kein Reibungswiderstand zu überwinden, so stellt dies die Arbeit dar, um die (gewichtlos gedachte) Stange so zu beschleunigen, daß ihre Geschwindigkeit pro Sekunde von Null auf J Meter pro Sekunde anwächst. Diese Arbeit ist erforderlich zur Erzeugung des magnetischen Feldes, stellt also den Wert der magnetischen Energie dar. E ist die zu überwindende elektrische Spannung d. h. die durch Entstehung der magnetischen Kraftlinien in der Stange induzierte Gegenkraft, welche, wenn der Selbstinduktionskoeffizient L Henry[1]

[1] Der Selbstinduktionskoeffizient ist ein Henry, wenn die Stromstärke ein Ampere gerade eine Kraftlinie erzeugt (oder $\frac{1}{s}$ Kraftlinien im Falle einer Spule von s Windungen).

beträgt, $= L \cdot J$ Volt ist. Steigt also die Geschwindigkeit der Stange pro Sekunde um $J\ ^m/_{sec}$ d. h. wächst die Stromstärke pro Sekunde um J Ampere, so muß zur Verschiebung der Stange d. h. zur Erzeugung der magnetischen Energie eine Arbeit von $\frac{1}{2g} \cdot L \cdot J^2$ Kilogrammeter pro Sekunde geleistet werden.[1]

Wäre die Stange nicht gewichtlos, sondern hätte das Gewicht P Kilogramm, so wäre, um ihr die Geschwindigkeit von $J\ ^m/_{sec}$ zu erteilen eine Arbeit aufzuwenden, die dem Betrag der Bewegungsenergie entspricht, d. h. $= {}^1/_2 \cdot P/g \cdot J^2$ Kilogrammeter pro Sekunde ist. Einer Selbstinduktion von ein Henry entspricht also eine träge Masse von ein Kilogramm. Die scheinbare Masse der Kathodenstrahlteilchen von 2,5 Quinquilliontel Kilogramm kann also dadurch bedingt sein, daß die bei ihrer Bewegung auftretende Selbstinduktion 2,5 Quinquilliontel Henry beträgt.

Die nähere Berechnung dieser Selbstinduktion, welche Abraham durchgeführt hat, ergibt, daß dies in der Tat der Fall ist, daß also die Kathodenstrahlteilchen, nicht wie Crookes angenommen hat, mit wägbaren Masseteilchen verbunden sind, sondern masselose Elektrizitätsatome darstellen, deren scheinbare Masse nur durch die Entstehung magnetischer Energie bedingt ist, sobald sie in Bewegung gesetzt werden.[2]

Ebenso wie zur Beschleunigung dieser Teilchen Arbeit aufgewendet werden muß, ist natürlich auch Arbeit aufzuwenden, um sie wieder zur Ruhe zu bringen, ihre Bewegung zu verzögern. Auch in diesem Fall verhalten sie sich wie wägbare Partikelchen vom Gewicht 2,5 Quinquilliontel Kilogramm und üben eine dementsprechende Stoßwirkung aus, sobald sie von einem Körper aufgehalten werden.

Crookes hat diese Stoßwirkung zur Anschauung gebracht, indem er die Strahlen auf eine Art Mühlrad fallen ließ, welches dadurch in Bewegung gesetzt wurde. (Fig. 39.)

---

[1] Wäre ein Widerstand von R Ohm zu überwinden, so wäre außerdem zu leisten die Arbeit von $\frac{1}{2g} \cdot R \cdot J^2$ Kilogrammeter pro Sekunde, welche in Form von Reibungswärme bezw. Stromwärme zum Vorschein kommt. Die Selbstinduktion $L = E/J$ verhält sich also ähnlich wie ein wahrer Widerstand $R = E/J$ Ohm und wird deshalb auch „scheinbarer Widerstand" genannt.

[2] S. a. Abraham u. Föppl, Theorie d. Elektrizität, Bd. II, 1905.

Einen einfacheren Apparat zu gleichem Zwecke, bei welchem eine Scheibe durch schräg auftreffende Kathodenstrahlen in Drehung versetzt wird (Fig. 40), hat Puluj angegeben.

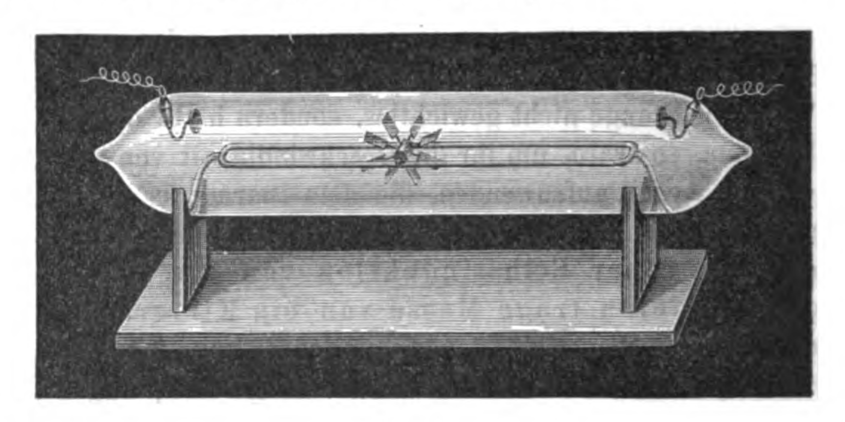


Fig. 39.

Crookes hat ferner auch die entsprechende Rückwirkung (Reaktion) bei Fortschleuderung der Kathodenstrahlteilchen durch sein elektrisches Radiometer Fig. 41 nachgewiesen, wobei allerdings die Erscheinungen dadurch kompliziert werden, daß gleichzeitig gewöhnliche Radiometerwirkungen infolge der Erhitzung der Glaswand auftreten.

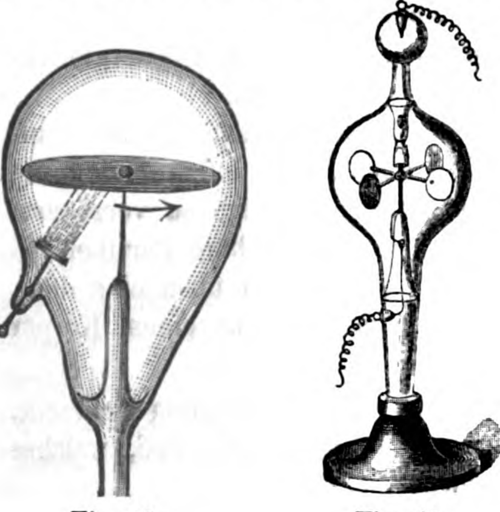


Fig. 40. Fig. 41.

Sind, wie nach dem Gesetz der Erhaltung der Elektrizität angenommen werden muß, die Kathodenstrahlteilchen ursprünglich mit positiv elektrischen Massen von gleicher Größe zu neutralen Molekülen vereinigt, so kann man weiter fragen, was wird aus diesen positiven Massen, wenn die Kathodenstrahlteilchen der Kraft des Feldes entsprechend sich davon trennen?

In hochevakuierten Röhren, in welchen wie bereits oben erwähnt, anscheinend nur an der Kathode Entladung eintritt und

die Anode ihre Ladung durch das ionisierte und dadurch leitend gemachte Gas allmählich, ohne Lichterscheinung gegen die durch die Kathodenstrahlen negativ gemachten Gefäßwände ausgleicht, entstehen die positiven Teilchen unmittelbar an der Kathode und geben ihre Ladung an diese ab, indem sie während ihrer Bewegung die Erscheinung des gelben Saums hervorrufen. Ist die Kathode mit einer Öffnung versehen, so können sie durch dieselbe hindurchdringen und erscheinen dann als Kanalstrahlen von gleicher Färbung wie der gelbe Saum.

Die Fig. 42 zeigt die Erscheinung der Kanalstrahlen in einem hochevakuierten großen elektrischen Ei, bei welchem als Kathode ein die beiden Hälften trennendes Drahtnetz dient,[1] das negative Glimmlicht hat sich hinter die kugelförmige Anode zurückgezogen. Die Kanalstrahlen erscheinen als rückwärtige Verlängerungen der Strahlen des gelben Saums.

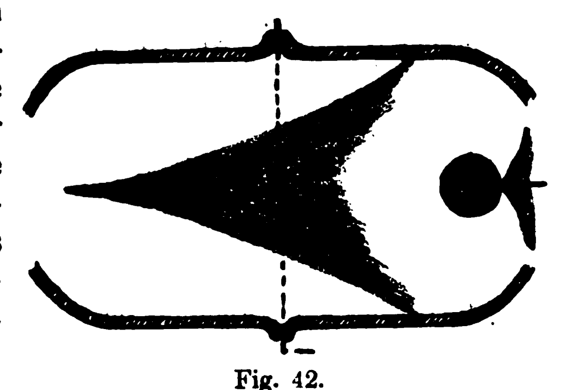


Fig. 42.

Nach W. Wien werden die Kanalstrahlen magnetisch und elektrisch abgelenkt wie positive Teilchen von gleicher Ladung wie die negativen, aber mit einer wahren Masse, die etwa das 650fache der Masse der Wasserstoffatome beträgt.[2]

Dafür, daß dem Zerreißen der Moleküle in die entgegengesetzt elektrischen Atome, wie es die disruptive Theorie der Entladungen annimmt,[3] eine innere Energie, etwa kreisende Bewegung der Elektronen, zu Hilfe kommt, was aus dem oben angedeuteten

---

[1] Eine in Farben ausgeführte Figur habe ich in Meyers Konversationslexikon 6. Aufl Bd. 5 Tafel zum Artikel „Elektrische Entladungen" Fig. 6 gegeben.

[2] Die Zusammendrängung der Strahlen in der Figur scheint auf Anhäufung von positiver Elektrizität in der Nähe der Kathode hinzuweisen, wie ich sie früher aus andern Gründen angenommen habe.

[3] Siehe E. Wiedemann, Wied. Ann. **10**, 248, 1880; O. Lehmann, Wied. Ann. **11**, 687, 1880; Elektrische Lichterscheinungen S. 127 u. ff. und 518 u. ff.

Grunde notwendig ist, sprechen auch die Erscheinungen der Radioaktivität, bei welchen ebenfalls negative und positive Teilchen, letztere verbunden mit wahrer Masse (entsprechend derjenigen der Atome ausgesandt werden (β- bezw. α-Strahlen) und zwar ohne Einwirkung eines elektrischen Feldes, lediglich unter Wirkung des intramolekularen elektrischen und magnetischen Feldes, was, wie auch aus der bedeutenden Wärmewirkung (insbesondere der γ-Strahlen) hervorgeht, nur möglich ist, wenn die Moleküle bedeutende Mengen von Bewegungsenergie in sich enthalten.

Sind nun aber die Moleküle erfüllt von positiven und negativen Teilchen, so müssen diese eine rasche elektromagnetische Strahlung, wie es das Licht ist, in seiner Ausbreitung behindern, und in der Tat trifft, wie zuerst H. A. Lorentz 1880 gezeigt hat, diese Folgerung zu, insofern die Dispersion des Lichtes nur unter Annahme von Elektronen in den Molekülen mit der oben berechneten scheinbaren Masse und Ladung zu erklären ist. Das Licht selbst entsteht durch Schwingungen dieser Elektronen, wie sich nicht nur aus der Schwingungszahl bzw. Wellenlänge ergibt[1], sondern insbesondere auch aus Zeemanns Phänomen, daß nämlich die Farbe einer Flamme im magnetische Felde in der Weise sich ändert, daß eine Spektrallinie bei Beobachtung senkrecht zu den Kraftlinien in 2 (Duplet) bei Beobachtung in der Richtung der Kraftlinien in 3 (Triplet) aufgelöst erscheint, eine auf dem Wege der Rechnung quantitativ zu verfolgende Einwirkung der elektrodynamischen Kräfte des Magnetfeldes auf die hin- und herschwingenden Elektronen.

III. Die Magnetokathodenstrahlen.

Durch die besprochenen quantitativen Untersuchungen und Berechnungen ist das Verhalten der Kathodenstrahlen soweit aufgeklärt, daß es möglich erscheint, alle Erscheinungen, welche die Einwirkung eines magnetischen Feldes auf den Entladungsvorgang veranlassen kann, voraus zu berechnen. Merkwürdigerweise ist es aber bisher noch nicht gelungen, gerade die von Plücker zuerst beobachteten Wirkungen eines Magneten auf das blaue Glimmlicht befriedigend zu deuten.

[1] Siehe O. Lehmann, Elektrizität und Licht. Braunschweig, 1895, S. 332. Elektrische Lichterscheinungen. Halle, 1898, S. 473 u. ff.

Man betrachtet dieses blaue Glimmlicht als eine durch die Kathodenstrahlen hervorgebrachte Fluoreszenzerscheinung des Gases, welche im dunkeln Kathodenraum deshalb nicht auftritt, weil dort die Geschwindigkeit der Teilchen, die natürlich um so größer wird, je länger dieselben der beschleunigenden Kraft des Feldes ausgesetzt sind, noch nicht genügenden Wert hat, um Stoßwirkungen von der erforderlichen Stärke auf die Molekule hervorzubringen. Wenn also auch im Prinzip die Glimmlichtstrahlen nur sekundär durch die Kathodenstrahlen erzeugt werden, so setzt doch ihre Existenz die der Kathodenstrahlen voraus, und in diesem Sinne kann man auch beide als gleichartig betrachten.

Ein Kathodenstrahlteilchen, welches gerade in der Richtung einer magnetischen Kraftlinie fortgeschleudert wird, hat keine Ursache, diese zu verlassen, wenn sie geradlinig verläuft, da dann die elektrodynamische Kraft auf das Teilchen den Wert Null hat. Biegt sich aber die Kraftlinie, so wird das Teilchen vermöge seiner (scheinbaren) Trägheit darüber in der Richtung der Tangente hinausschießen, also, da nunmehr eine zur Kraftlinie senkrechte Bewegungskomponente vorhanden ist, einen elektrodynamischen Antrieb erfahren, der es zwingt, auf einer anfänglich stark gestreckten und sehr engen, dann aber ihre Windungen zusammenziehenden und sich konisch erweiternden Spirale um die Kraftlinie umzulaufen. In der Tat haben auch die Kathodenstrahlen das Bestreben, sich um die Kraftlinien in Spiralen herumzuwickeln, aber nur bei geringen Feldstärken. Sobald die Stärke einen betimmten Wert[1] überschreitet, verlaufen Kathoden- und Glimmlichtstrahlen vollkommen in der Richtung der magnetischen Kraftlinien, wie stark dieselben auch gebogen sein mögen, von Spiralen ist nichts mehr zu sehen. Plücker[2] schreibt darüber:

„Die verschiedenen ebenen oder krummen Flächen, in welche das um den negativen Pol verbreitete diffuse Licht sich zusammenzieht, werden von Lichtlinien gebildet, welche von den einzelnen Punkten der negativen Elektrode ausgehen und mit magnetischen Kurven zusammenfallen."

---

[1] Birkeland, Compt. rend. **126**, 586, 1898, nennt denselben den „kritischen" Wert. Es ist wesentlich, daß derselbe an der Kathode vorhanden ist. Die Natur des Gases ist auf seine Größe ohne Einfluß.

[2] Plücker, Pogg. Ann. **103**, 100, 1858.

Fig. 44 zeigt die Erscheinung nach eigenen Beobachtungen [1] an einem Glaskolben mit kurzer Drahtkathode in der Mitte. Man sieht von dieser einen dünnen blauen Bogen gegen die Magnetpole a und b sich hinziehen. Die Anode ist ganz oben im Halse des Kolbens und zeigt keine Lichterscheinung.

Fig. 43 zeigt die Lage des positiven Lichtes gegen das negative unten links bei dem eben beschriebenen Kolben, oben bei Verwendung einer Platte und Spitze in einer Glocke.

Bezüglich des Phosphoreszenzlichts am Glase schreibt Plücker (l. c. S. 104):

„Das schön grüne Licht sammelte sich bei Kommutation der Pole stets wieder da an, wo die durch magnetische Kurven gebildete Fläche das Glas berührte. Wenn infolge einer Verschiebung der Röhre diese Fläche mit dem Glase an einer Stelle in Berührung kommt, wo dieses früher nicht der Fall gewesen war, so tritt auch sogleich das grüne Licht daselbst auf“.

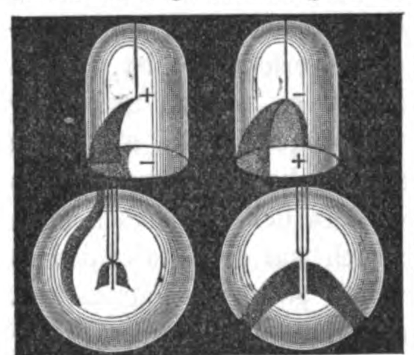


Fig. 43.

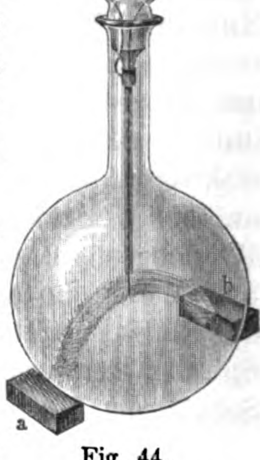


Fig. 44.

An anderer Stelle [2] berichtet er weiter:

„Wenn ein dunkler Gegenstand von diesen krummen Strahlen getroffen wird, so erhalten wir einen scharf begrenzten mathematisch bestimmten Schatten, selbst die positive Elektrode wirft einen solchen Schatten, wenn sie die magnetische Lichtfläche durchsetzt. Ist diese Lichtfläche insbesondere eine gewölbeartige, so tritt auf derselben ein dunkler Streifen von der Dicke der Elektrode auf, der sich scharf begrenzt jenseits der Elektrode an der Glaswand hinzieht.“

Plücker beobachtete ferner auch, daß die Strahlen einen Beschlag auf der Glaswand hervorbringen. Er sagt [3]:

---

[1] O. Lehmann, Molekularphysik II, 318, 1889 u. Müllers Grundriß der Physik, 14. Aufl., 1896, 566.

[2] Plücker, Pogg. Ann. **107**, 104, 1859.

[3] Plücker, Pogg. Ann. **104**, 117, 1858.

„Wurde eine frische Röhre in äquatorialer Lage in das Magnetfeld gebracht, so daß das magnetische Licht in eine sichelförmige Scheibe zusammengezogen erschien, so wurde die Kugel nur an derjenigen Stelle geschwärzt, wo die Lichtscheibe ihre innere Wandung berührte." (l. c. S. 118.) „Wollten wir annehmen, daß diese abgerissenen Partikel (welche den Beschlag bilden) die Elektrizität der Elektrode beibehalten und dadurch, daß sie sich bewegen, elektrische Elementarströme erzeugen, und wollten wir überdies annehmen, daß ihre Bewegung eine spiralförmige wäre, so hätten wir für die Beobachtungen eine Art von Erklärung".

Nach Hittorf legen sich mit wachsender Stärke des Feldes die Windungen der Schraubenlinien immer enger um die magnetische Kurve, welche durch den Ausgangspunkt der Strahlen geht und gehen für das Auge schießlich in sie über. „Eigentlich ist die magnetische Kurve also nur die geometrische Achse der wahren Form des Magnetismus."

Entsprechend diesen Auffassungen hat man bis in die neueste Zeit die Kathoden- oder Glimmlichtstrahlen, welche die Form der magnetischen Kraftlinien annehmen, als mikroskopisch eng gewundene Spiralen um die Kraftlinien betrachtet. Indeß, abgesehen von dem schon eingangs erwähnten Einwand, daß sich bei gebogenen Kraftlinien die Spiralen konisch erweitern oder verengen müßten, kann hier weiter gefragt werden, warum verschwinden die andern Kathodenstrahlen, die nicht die Richtung der Kraftlinien haben? Sehr auffällig zeigt sich dies bei einem von mir angestellten, in Fig. 45 und 46 dargestellten Versuch.[1]

Die Kathode befand sich im Innern einer geschlossenen, aus Drahtnetz gebildeten Anode in einem geräumigen Glaskolben (Fig. 46). Im Magnetfeld verschwanden alle aus dem Drahtnetz herauskommenden Strahlen bis auf diejenigen, welche die Richtung der durch die Kathode gehenden magnetischen Kaftlinien hatten, welche nun stärker leuchtend wurden (Fig. 45).

Aus der dargelegten Theorie läßt sich dieses Verschwinden der größten Masse der Kathodenstrahlen nicht erklären. Dieselben sollten sich vielmehr zu Ringen zusammenbiegen und würden dabei auf die Anode treffen, wo sie ihre Elektrizität abgeben könnten.

---

[1] O. Lehmann, Wied. Ann. 56, 340, 1895, und Elektrische Lichterscheinungen, Halle, 1898 S. 366.

Sehr merkwürdig ist auch, daß das Verschwinden mit steigender Feldstärke nicht allmählich, sondern plötzlich geschieht unter beträchtlicher Verminderung der Elektrodenspannung. Birkeland (l. c.) beobachtete einen solchen „Spannungssturz" von 18800 bis 1400 Volt. Dabei wächst die Stromstärke und die Energie kann so hoch ansteigen, daß das Glas an der Treffstelle durch die Strahlen geschmolzen wird.[1]

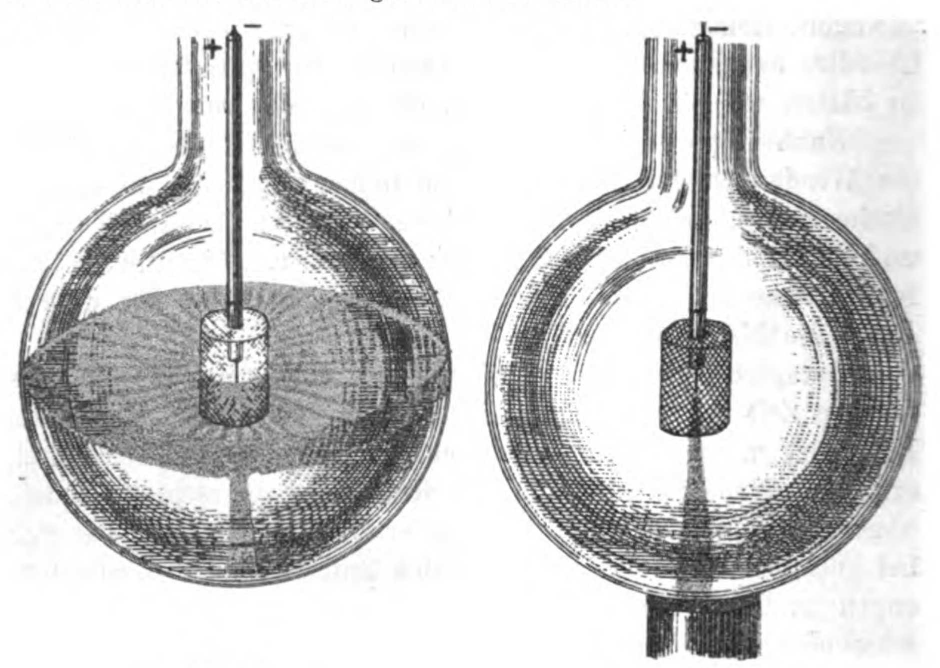


Fig. 45. Fig. 46.

Unter Umständen können auch Strahlen, welche sich in normaler Weise zu Spiralen um die Kraftlinien winden (Hittorfsche Kathodenstrahlen) und solche, welche in der Richtung der Kraftlinien verlaufen (Plückersche Kathodenstrahlen), nebeneinander erhalten werden. Ein Beispiel bietet schon ein älterer von mir ausgeführter Versuch[2], welcher in Fig. 47 dargestellt ist.

Eine Hittorfsche Röhre mit winkelförmig gebogener, bis auf die Spitze mit Glas umhüllter, von der Anode abgewandter Kathode wurde in ein senkrecht zur Ebene der Zeichnung gerichtetes Magnetfeld gebracht. Man beobachtete dann die Bildung zweier S-förmiger grüner Flecke auf der Glaswand an den Stellen,

[1] Broca, Compt. rend, **126**, 736, 1898.
[2] O. Lehmann, Zeitschr. f. phys. Chemie, **18**, 114, 1895.

wo die aus der Kathodenspitze austretenden, zu Spiralen um die Kraftlinien gewickelten Kathodenstrahlen die Glaswand trafen. Wurde das Magnetfeld verstärkt, so verschwanden die gebogenen Teile und es blieb nur die Mitte jeder Figur übrig, welche den Punkt der Glaswand bezeichnete, durch welchen die durch die Kathodenspitze gehende Kraftlinie dieselbe durchsetzte. Dieser Punkt entspricht augenscheinlich den Plückerstrahlen, der Hauptteil der Figur den Hittorfstrahlen.

Noch weit auffälliger beobachtete ich das Nebeneinandervorkommen beider Strahlenarten bei Anwendung sehr nahestehender großer plattenförmiger Elektroden in der Mitte eines sehr weiten Eies (Fig. 48) von welchen die Kathode siebartig durchbrochen, die Anode mit einer feinen Offnung versehen war.[1]

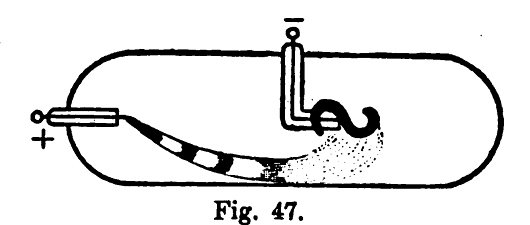


Fig. 47.

Beide Elektroden waren in die Glaswand eingekittet, so daß dort keine Entladung eintreten konnte. Auf der Kathodenseite des Eies erhielt man nur ein gelbes Kanalstrahlenbündel, welches von

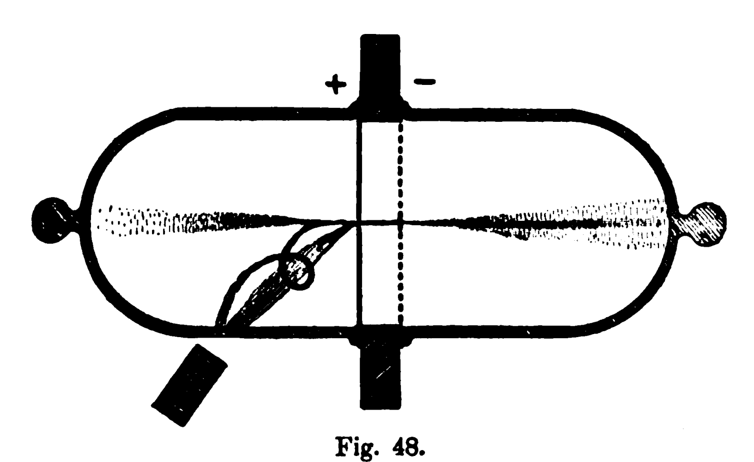


Fig. 48.

dem Magneten nicht in merkbarer Weise beeinflußt wurde, auf der Anodenseite ein aus der Öffnung der Anode austretendes Bündel von Gelbem Saum-Licht, in seiner Erscheinung und seinem

[1] Eine von mir in Farben ausgeführte Zeichnung findet man in Meyers Konversationslexikon, 6. Aufl., Tafel zum Artikel „Elektrische Entladungen“, Fig. 15.

magnetischen Verhalten übereinstimmend mit dem Kanalstrahlenbündel auf der andern Seite und daneben eine gegen den (unten in der Figur) genäherten Magneten sich hinziehende blaue Spirale aus Hittorfstrahlen, sowie eine genau den Kraftlinien folgendes, ebenfalls einen Phosphoreszenzfleck erzeugendes Bündel von Plückerstrahlen.

Das eigentümliche mit der Theorie nicht übereinstimmende Verhalten der Plückerstrahlen [1] veranlaßte mich öfters, Bedenken über die Richtigkeit der Theorie zu äußern und Versuche anderweitiger Erklärung der Erscheinungen zu machen.

Neuere Versuche von Villard [2] scheinen nun aber eine Lösung in der Weise zu bringen, daß die Plückerstrahlen überhaupt ganz andere Strahlen sind als die Hittorfstrahlen und mit denselben nur das gemein haben, daß sie in gleicher Weise Phosphoreszenz des Glases und das blaue Glimmen [3] des Gases erregen können. Er nennt die Plückerstrahlen: „Magnetokathodenstrahlen."

Daß die gewöhnlichen Kathodenstrahlen verschwinden, sobald die Magnetokathodenstrahlen auftreten, ist nach Villard durch den Spannungssturz bedingt, welchen die Magnetokathodenstrahlen verursachen, wodurch die Entladungsspannung zur Bildung der gewöhnlichen Kathodenstrahlen unzureichend wird.

Sehr wesentlich unterscheiden sich nach Villard die Magnetokathodenstrahlen von den normalen Kathodenstrahlen dadurch, daß sie keine elektrische Ladung übertragen. Traten beide nebeneinander auf in einer Röhre, welche einen Faradayschen Zylinder enthielt, der mit einem Elektroskop in Verbindung stand, und bewirkte man durch Annäherung eines Magneten, daß einmal die gewöhnlichen, ein andermal die Magnetokathodenstrahlen in den Zylinder eintraten, so zeigte im ersten Fall das Elektroskop eine Spannung von mehreren Hundert Volt, im andern Falle gar keine.

Höchst merkwürdig ist nach Villard das Verhalten der Magnetokathodenstrahlen im elektrischen Feld. Ließ man ein

---

[1] Vgl. auch Witz, Compt. rend. **110**, 1002, 1890; Paalzow u. Neesen, Wied. Ann. **63**, 209, 1897; Pellat, Compt. rend. **134**, 352 u. 697, 1902.

[2] Villard, Compt. rend. **138**, 1408, 1904.

[3] Villard erhielt beide Strahlenarten nebeneinander in Sauerstoff. Das von ihnen erregte Glimmen war hier gelb.

dünnes Strahlenbündel zwischen Kondensatorplatten von 40 × 50 mm Größe und 8 bis 10 mm Entfernung bei 250 bis 500 Volt Spannungsdifferenz derselben durchgehen, so wurden die Strahlen keineswegs wie gewöhnliche Kathodenstrahlen von der negativen Platte abgestoßen und von der positiven angezogen, sie erfuhren vielmehr eine Ablenkung senkrecht zur Richtung der Kraftlinien, in ähnlicher Weise wie gewöhnliche Kathodenstrahlen im Magnetfeld. Der Sinn der Ablenkung änderte sich sowohl mit der Richtung der elektrischen, wie auch mit der der magnetischen Kraftlinien, welch letztere zur Bildung der Magnetokathodenstrahlen unentbehrlich sind und dieselben gewissermaßen aus der Kathode herausziehen. Ist das Magnetfeld z. B. von rechts nach links gerichtet, so erfolgt die Ablenkung der Strahlen für einen Beobachter, wecher in der Richtung der elektrischen Kraft sieht, im Sinne der Uhrzeigerbewegung. Je schwächer das Magnetfeld, um so größer ist der Betrag der Ablenkung, d. h. um so geringer die Steifigkeit der Strahlen.

Wenn nun auch diese Ergebnisse der Untersuchungen von Villard auf eine grundsätzliche Verschiedenheit von Kathodenstrahlen und Magnetokathodenstrahlen hinweisen, so tritt doch, abgesehen von ihrem äußerlich sehr ähnlichen Verhalten eine Verwandtschaft des Wesens dadurch hervor, daß das sog. positive Licht, welches sich bildet, wenn das Entladungsgebiet durch die Gefäßwände oder durch dichteres umgebendes Gas eingeschränkt wird, im Magnetfeld bald das Verhalten der Kathodenstrahlen, bald das der Magnetokathodenstrahlen zeigt. Plücker[1] bemerkt darüber:

„Die positive Elektrizität ist es, die den Weg bis zur negativen Elektrode macht. An dieser Elektrode hat die Ausgleichung der beiden Elektrizitäten chemische Wirkung und Wärme zur Folge, und hierin wiederum liegt wahrscheinlich der Grund zur Bildung der durch die negative Elektrode gehenden magnetischen Lichtfläche. . . . Dieses Licht unterscheidet sich von dem positiven Licht wahrscheinlich dadurch, daß es in sich zurückkehrende Ströme[2] bildet.“

---

[1] Plücker, Pogg. Ann. **107**, 110, 1859.

[2] Gemeint sind wohl molekulare Kreisströme analog den Ampère'schen, welche die Spiralwindungen ersetzen.

Über das magnetische Verhalten des positiven Lichts schreibt er an anderer Stelle[1]:

„Wurde eine Röhre mit ellipsoidartiger Erweiterung äquatorial in das Magnetfeld gebracht, so senkte sich im Fall der Anziehung der Lichtstrom von der Seite der positiven Elektrode her in das Ellipsoid herab und lief, immer glänzender werdend, unmittelbar von den genäherten Halbankern in eine scharfbegrenzte Spitze ruhig aus, während von der andern Seite her schön rote, fortwährend aufwogende Flammen sich auf das Ellipsoid herabsenkten und über die Mitte zu den beiden Halbankern hinausschlugen. Beim Kommutieren konzentrierte sich das Licht beim Eintritt in das Ellipsoid in einen glänzenden Bogen, der an dem oberen Teile desselben an der Äquatorialebene sich hinzog. In dem oberen Teil des Bogens, wo die Lichtkonzentration am größten war, wurden die dunkeln Intervalle immer zahlreicher und schärfer.“

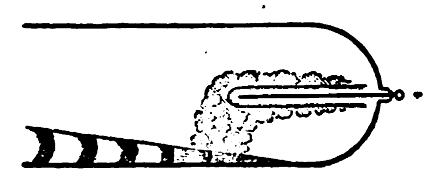


Fig. 49.

Nach Th. Meyer[2] wird bei intensiver Wirkung des Magneten das positive Licht in Form einer spitz auslaufenden Zunge mit feiner Schichtung in die Richtung der magnetischen Kraftlinien gelenkt, während der andere von der Anode kommende Teil der positiven Lichtsäule als dunkelroter Lichtnebel oder in wellenförmige Flämmchen aufgelöst endigt.

Vermutlich liegt hier eine Verwechslung von achsialer und äquatorialer Lage der Röhre vor.[3] Wenigstens beobachtete ich ähnliches, wie Fig. 49 zeigt, bei äquatorialer Lage. Das positive Licht wurde an die Wand des Rohres gedrückt und zog sich von hier in flatternden, wie zerrissen aussehenden Streifen gegen die blaue Lichtscheibe hin aus, dieselbe auf beiden Seiten bedeckend.

---

[1] Plücker, Pogg. Ann. **103**, 94, 1858.

[2] Th. Meyer, Beobachtungen über das geschichtete elektrische Licht. Berlin, 1858, S. 23.

[3] Bei Büschelentladung (s. O. L., Elektrische Lichterscheinungen, S. 320) erhielt ich allerdings auch paramagnetische Ablenkung des pos. Glimmlichts.

Hittorf (1869) fand, daß während das negative Licht in der axialen Richtung mehrere Spiralwindungen bildet, das positive in dieser Lage höchstens eine langgestreckte zu erzeugen vermag, die zur Höhe den Abstand der Anode von den Windungen des Glimmlichts besitzt.

„Wenn die Kathodenstrahlen sich spiralig einrollen, so folgt die erste Schicht des positiven Lichts keineswegs am Ende des negativen Strahls auf seinen Umläufen, sondern die Schicht bleibt außerhalb der ganzen Spirale an ihrer der Anode zugewandten Seite ohne mit dem im Innern liegenden Spiralenende irgend welche Berührung zu haben. Analog verhält sich jede Schicht gegen die nach der negativen Seite voraufgehende Schicht des positiven Lichts."

Goldstein (1876 und 1886) schreibt: „Ich habe gefunden, daß dieses positive Licht sich unter dem Einfluß des Magneten ganz ebenso verhält wie das negative. Es ist sogar eine geringere magnetische Kraft erforderlich, um das positive Licht in die magnetischen Kurven überzuführen. . . . Nur die unmittelbare Umgebung der Anode scheint unter dem Einfluß des Magneten noch durch eine eigentümliche Erscheinung ausgezeichnet zu sein. Während der Magnet an der Kathode zur Bildung der von Plücker entdeckten axialen Fläche Anlaß gibt, ruft er in sehr stark verdünntem Gase an der äquatorial gestellten Anode eine äquatorial gerichtete Fläche hervor. Für eine Elektrode der gewöhnlichen Form ist sie von ovalem Umriß und besteht aus drei Teilen, einem nahe elliptischen, absolut lichtlosen, die Elektrode unmittelbar umgebenden Raum und aus zwei nach außen diesen umschließenden, ineinander gelagerten schraubenförmigen zierlich gewundenen Lichtkurven. Bei axialer Lage der Anode zeigt sich dieselbe von einem Lichtzylinder umhüllt, den ebenfalls ein dunkler Raum von der metallischen Oberfläche trennt."

Bei den schon oben (S. 47) erwähnten eigenen Beobachtungen, bei welchen eine große plattenförmige Anode Verwendung fand in Form einer direkt auf die Magnetpole aufgesetzten Messingplatte, auf welche der tubulierte Luftpumpenrezipient aufgekittet wurde, zog sich von der Kathode zu den Polen ein blauer Bogen, an welchen sich auf der einen Seite ein Gewölbe von rotem positivem Licht anschloß, das beim Wechseln der Magnetpole auf der entgegengesetzten Seite erschien (Fig. 50). Bei Drucken über 20 mm

war keine deutliche Ablenkung zu beobachten, dann erfolgte sie am stärksten da, wo positives und negatives Büschellicht zusammentreffen, vermutlich deshalb, weil dort wegen starker Erhitzung die Dichte am geringsten ist.[1]

M. Töpler vermochte bei Anwendung großer Stromstärke, d. h. bei den Übergangsformen zwischen Büschel- und Lichtbogenentladung (Büchellichtbogen) auch Ablenkung bei gewöhnlicher Luftdichte zu erhalten[2], vermutlich infolge der Bildung von magnetischem Wind, wie bei dem gewöhnlichen Lichtbogen.



Fig. 50.

Bei späteren Versuchen habe ich beiden Elektroden große Oberfläche gegeben, um zu ermitteln, welche Änderung die Ausgangsstellen der Entladung durch Einwirkung des Magnetfeldes erfahren. Stehen die Kraftlinien senkrecht zur Axe der Elektroden, so bilden die Glimmstrahlen bei genügender Stärke des Feldes[3] zwei von der Kathode, d. h. vom Dunkelraum bis zur Glaswand reichende blaue Zylinder, welche von den die Kugeloberfläche tangierenden Kraftlinien eingeschlossen sind. (Fig. 51, 3000 Volt, 36 Milliamp, Druck 0,075 mm.) Das positive Licht zieht sich von der Anode je nach der Richtung der Kraftlinien in der zu diesen senkrechten Ebene nach oben oder unten bis zur Glaswand und schreitet dieser entlang als geschichtete Lichtsäule gegen die Kathode hin fort, um sich in der Nähe derselben zu gabeln und in zwei den Glimmlichtzylindern aufgelagerten halbzylindrischen Schichten zu endigen. (Fig. 52, die in Fig. 51 dargestellte Erscheinung von oben gesehen.)

Laufen die Kraftlinien der Achse der Elektrode parallel, so haben auch naturgemäß die beiden blauen Glimmlichtzylinder achsiale Lage und das dem Dunkelraum aufgelagerte positive Licht bildet eine Art zylindrischer Muffe, welche die beiden Glimmlichtzylinder verbindet, ohne sich aber dicht daran anzuschließen.

[1] O. Lehmann, Molekularphysik, Bd. II, 1889, S. 317.

[2] M. Töpler, Wied. Ann. **69**, 680, 1899.

[3] Zur Erzeugung dienten zwei Drahtrollen von ca. 60 cm Durchmesser und 900 Windungen, von Strömen bis 40 Amp. durchflossen.

Es entsteht somit ein zylindrischer Ring, welcher den dunkeln Raum umschließt und dessen Achse mit der Elektrodenachse übereinstimmt. (Fig. 53, 3300 Volt, 120 Milliamp., Druck 0,075 mm.) Die Dicke des Dunkelraumes ist da, wo dieser Ring aufliegt, erheblich größer als da, wo die Glimmlichtzylinder sich anschließen. Dort zeigt sich dagegen der gelbliche Lichtsaum stärker entwickelt; beides Kennzeichen dafür, daß die Stromintensität in der Richtung der Glimmstrahlen beträchtlich größer

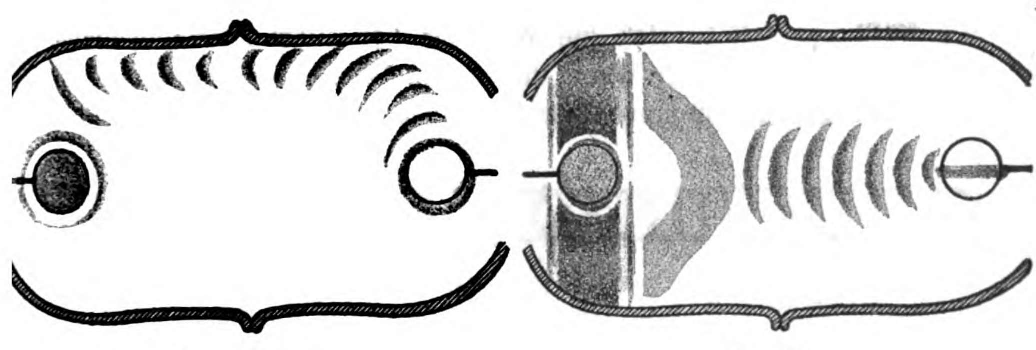


Fig 51. Fig. 52.

ist als senkrecht dazu. In allen Fällen zieht sich auch die Glimmlichthaut auf der Anode in einen Ring zusammen in der Ebene eines größten Kreises, welcher auf der Richtung der Kraftlinien senkrecht steht, gleichgültig, welche Richtung diese haben.[1]

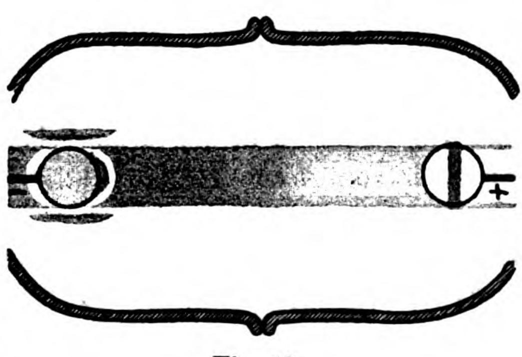


Fig. 53.

Auch bei beliebiger Richtung des magnetischen Feldes folgen die Glimmstrahlen stets den Kraftlinien, einen mehr oder minder kegelförmigen blauen Lichtkörper bildend, welchem eine entsprechend kegelförmig gestaltete positive Schicht aufgelagert ist, das Ende der von der Anode ausgehenden abgelenkten positiven Lichtsäule.

[1] Farbige Abbildungen sind gegeben in Meyers Konversationslexikon, 6. Aufl., Bd. 5, Artikel „Elektrische Entladungen", Tafel Fig. 7, 8, 15 u. 17, Text S. 616.

Die Schichten des positiven Lichtes (Fig. 51) scheinen bei der Verstärkung des äquatorialen magnetischen Feldes gewissermaßen aus der Anode herauszukommen in um so größerer Zahl, aber von um so geringerer Ausdehnung, je mehr die magnetische Kraft zunimmt. Sie sind gegen die Kathoden hin konvex scharf begrenzt und von bläulich-grüner Färbung, gegen die Anode hin dagegen blaß rosenfarben und verwaschen. Die Stromstärke nimmt mit zunehmender Feldstärke ab.

Gerade umgekehrt wirkt ein achsiales Magnetfeld. Besonders auffällig gestaltete sich die Wirkung bei einem röhrenförmigen Ei von 10 cm innerer Weite und 2,4 m Länge, welches bei einem Luftdruck von 0,09 mm, einer Elektrodenspannung von 1350 Volt

Fig 54a.

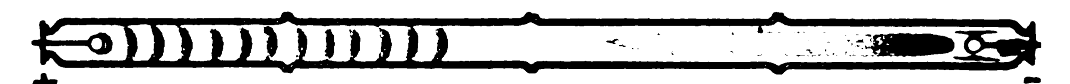


Fig. 54b

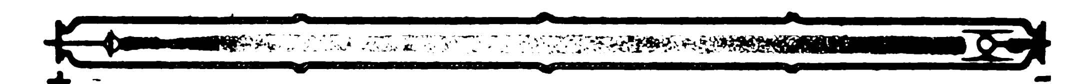


Fig. 54c.

und 1,6 Milliamp. Stromstärke, schöne regelmäßige Schichten im Abstand von 7 cm zeigte (Fig. 54 a). Wurde das achsiale Magnetfeld schwach erregt, so zogen sich die Schichten gegen die Anode hin zurück und verschwanden dort ohne Änderung ihres Abstandes, so daß z. B. bei 3 Milliamp. Strom der Abstand der letzten von der Kathode 66 cm betrug. Bei stärkerer Erregung des Magnetfeldes zogen sich die Schichten ohne erhebliche Änderung der Stromstärke bis 125 cm Abstand von der Kathode zurück (Fig. 54 b) und schließlich blieb nur noch ein zu den Kraftlinien senkrecht stehender leuchtender Ring auf der Anode und die Glimmlichtstrahlen erstreckten sich durch die ganze Länge des Rohres, einen schlanken Kegel bildend, bis zur Anode (Fig. 54 c), wobei es freilich den Anschein hatte, als be-

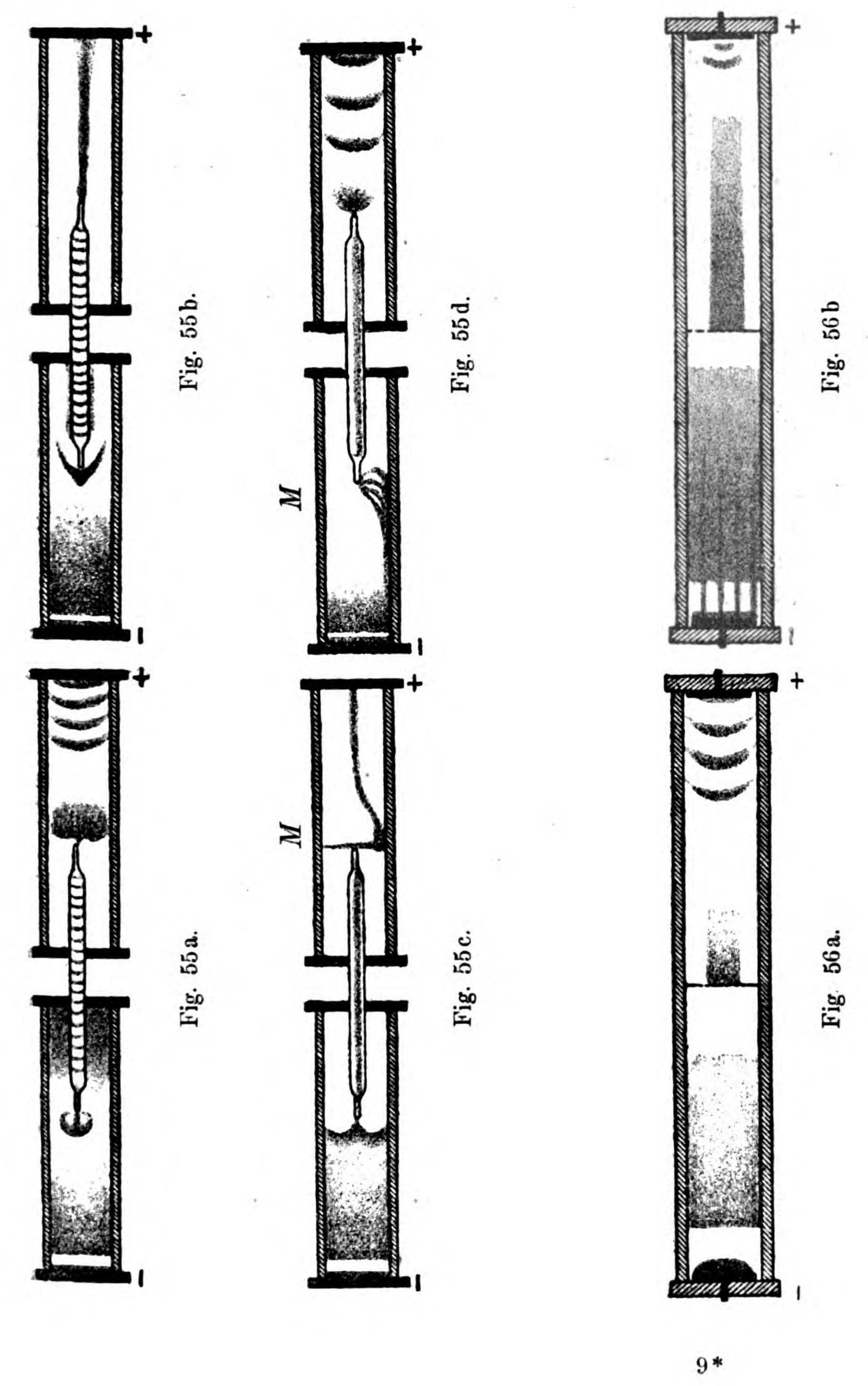


Fig. 55a. Fig. 55b. Fig. 55c. Fig. 55d. Fig. 56a. Fig. 56b

stehe die auf der Anode aufstehende Spitze des Strahlenkegels aus positivem, kontinuierlich in das negative übergehendem Licht.[1]

Einfluß von Verengungen. Goldsteins Untersuchungen über den Einfluß von Verengungen hatten zu dem Ergebnis geführt, daß in solchen sich das positive Licht auf der der Anode zugewandten Seite vollkommen wie negatives verhält.[2] Es schien von Interesse, zu ermitteln, ob auch bei den angewandten großen Dimensionen der Gefäße diese Erscheinung noch zu beobachten sein würde.

Zunächst wurden zwei etwa 10 cm weite und 40 cm lange Röhren durch eine dritte, 2 cm weite, an den Enden in 2 mm weite Kapillaren endigende Röhre verbunden, wie die Fig. 55a bis d zeigen. Ohne Magnetfeld hatte die Lichterscheinung das Aussehen von Fig. 55a, bei achsialem Magnetfeld wie Fig. 55b und bei Annäherung eines Magnetpoles *M* von der Seite her, je nachdem dieselbe an dem der Anode oder Kathode zugewandten Ende der Verbindungsröhre erfolgte, die Form von Fig. 55c oder Fig. 55d. Wie man sieht, verhält sich tatsächlich die gegen die Anode fortschreitende Lichtmasse wie negatives Licht.

Nunmehr wurden zwei 10 cm weite, 50 cm lange Entladungsgefäße unter Zwischenschaltung einer gläsernen, in der Mitte mit einem Porzellansieb versehenen Platte verbunden. War das Magnetfeld nicht erregt, so beobachtete man, wie Fig. 56a andeutet, auf der Anodenseite des Porzellans negative Glimmlichtstrahlen ohne Dunkelraum. Wurde die Röhre in ein achsial verlaufendes Magnetfeld gebracht, so verlängerten sich diese Strahlen gemäß Fig. 56b; außerdem traten noch vereinzelte den Dunkel-

---

[1] Diese Erscheinungen sprechen für Villards Auffassung, daß die Magnetokathodenstrahlen durch die magnetische Kraft gewissermaßen aus der Kathode herausgezogen werden, daß also für sie der Magnetismus ebenso die treibende Kraft ist, wie für die gewöhnlichen Kathodenstrahlen die elektrische Abstoßung seitens der Kathode. Villard schloß auf die treibende Wirkung der magnetischen Kraft aus der Verstärkung der Phosphoreszenz bei Verstärkung des Magnetfeldes.

[2] Siehe auch Reiger, Ber. d. d. phys. Ges. **3**, 122, 1905. Derselbe findet für diese von E. Wiedemann u. G. C Schmidt (Wied. Ann. **66**, 314, 1898) Striktionskathodenstrahlen genannten Strahlen das Verhältnis der Ladung zur Masse $\frac{E}{M} = 1{,}32 \cdot 10^7$, also von gleicher Größenordnung wie bei den gewöhnlichen Kathodenstrahlen.



Fig. 57.

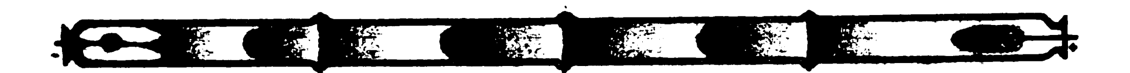


Fig. 58.



Fig. 59.



Fig. 60.

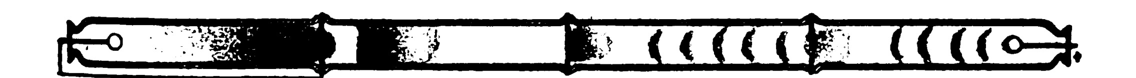


Fig. 61.



Fig. 62.

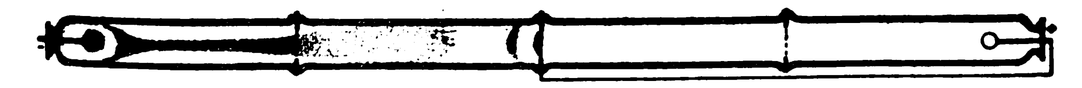


Fig. 63.

raum durchbrechende Strahlenbündel an der Kathode auf und die positive Schichtung zog sich gegen die Anode zurück.

Wurde aus vier je 10 cm weiten und 60 cm langen Röhren unter Zwischenschaltung von Blechringen mit Drahtsieben als zugängliche Sekundärelektroden ein Entladungsgefäß hergestellt, so verhielten sich die Drahtnetze, wie aus den Fig. 57 und 58 zu ersehen, wie Porzellansiebe. Auf der der Anode zugewandten Seite hatte das aus ihnen austretende Licht den Charakter des negativen Glimmlichts, doch fehlte ein Dunkelraum und der gelbe Saum, wie sie hätten auftreten müssen, wenn die Siebe sich nicht wie Isolatoren, sondern als Sekundärelektroden verhalten würden.

Wurden zwei Drahtnetze durch einen Draht miteinander verbunden, so daß sie eine zum Teil außerhalb des Rohres liegende Secundärelektrode darstellten, so wurde auch das Auftreten eines Dunkelraumes beobachtet von um so größerer Dicke, je vollkommener die leitende Verbindung zwischen den beiden Drahtnetzen war. Wurde die Verbindung nicht durch einen Draht hergestellt, sondern durch die Hände einer auf einem Isolierschemel stehenden Person, so sah man zuerst an den Rändern die Glimmlichtschicht von dem Drahtnetz unter Bildung des Dunkelraumes sich abheben (während sie in der Mitte noch am Netz zu haften schien), und zwar in um so höherem Grade, je stärker die Finger an die Diaphragmen angedrückt wurden. Mit der Bildung des Dunkelraumes traten auch der gelbliche Kathodensaum und die rückwärtige Verlängerung desselben, die Kanalstrahlen, auf.

Die Fig. 59, 60, 61, 62 und 63 zeigen mehrere solcher Fälle von Verbindung zweier Diaphragmen miteinander oder mit den Elektroden (Fig. 62, mit gleichzeitiger Erregung eines achsialen Magnetfeldes).[1]

Von besonderem Interesse ist, daß im Fall der achsialen Erregung des Magnetfeldes, wie aus Fig. 62 zu ersehen, die Glimmlichtstrahlen scheinbar ungehindert mehrere Drahtnetze durchdringen können, selbst wenn diese abgeleitet oder gar mit der Anode in Verbindung gesetzt sind. Je stärker nämlich das Magnetfeld, um so länger werden die von den Netzen ausgehenden

[1] Diese und die folgenden Figuren findet man koloriert in meiner Abhandlung „Gasentladungen in weiten Gefäßen“ Ann. d. Phys. 7, 1, 1902.

Glimmlichtstrahlen auf Kosten der dunkeln Trennungsräume und des positiven Lichtes, bis schließlich die Trennungsräume vollständig verschwinden und sich die Glimmstrahlen anscheinend ohne Unterbrechung durch die Drahtnetze hindurch fortsetzen, genau dem Laufe der Kraftlinien folgend, auf sehr große Längen, selbst bei verhältnismäßig kleiner Elektrodenspannung und einem Luftdruck, bei welchem sich auch in engen Gefäßen noch keine Spur von Fluoreszenz des Glases zeigt.

Als Analogon der Röhre mit mehreren Drahtnetzschneidewänden wurde eine (gleichfalls 10 cm weite) Röhre aus drei Abteilungen von etwa 50 cm Länge hergestellt, deren Scheidewände aus Zinkblech eine runde zentrale Öffnung von 10 bzw. 5 mm Durchmesser enthielten. Beim Durchgang des Stromes zeigten sich in diesen Öffnungen, wie in Fig. 64 dargestellt ist, helle Büschel, welche auf der der Anode zugewandten Seite die Eigenschaften von negativem, auf der anderen die von positivem Glimmlicht hatten. Die Stiele in den Öffnungen waren relativ sehr dünn (etwa 1 mm bzw. 1/2 mm dick) und ihre Form war augenscheinlich bestimmt durch unsichtbare, die Diaphragmenringe umgebende Dunkelräume.

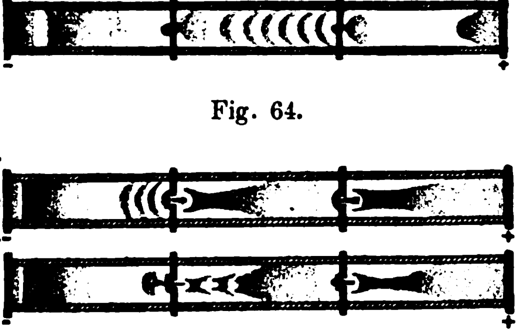


Fig. 64.

Fig. 65 u. 66.

Im magnetischen Felde zogen sich die Glimmstrahlen zu einem dünnen Büschel zusammen, welcher von einem, das in der Öffnung auftretende positive Licht umgebenden Dunkelraum auszugehen schien, wie Fig. 65 zeigt. In diesem, aus negativem Glimmlicht bestehenden Büschel zeigte sich ferner, wie Fig. 66 andeutet, zuweilen eine eigentümliche Schichtung, welche sich durch die nach vorwärts und rückwärts ausgesandten Ausläufer von der bekannten Schichtung positiven Lichtes auffallend unterscheidet.[1]

---

[1] Vgl. auch E. Wiedemann u. A. Wehnelt, Wied. Ann. **64**, p. 606. 1898; F. Braun, Wied. Ann. **65**, p. 368. 1898.

Wurde ein weites Ei mit Drahtnetzdiaphragma in das magnetische Feld gebracht, so zeigte sich die Schichtung noch auffälliger. Diente das Drahtnetz als Anode und wurde das Magnetfeld nur an der Kathode erregt, so war das Aussehen der Entladung bei geringer Stärke des magnetischen Feldes wie Fig. 67 (Druck 0,0156 mm), bei größerer wie Fig. 68, und bei großer Stärke wie Fig. 69. War das Magnetfeld homogen, so erhielt man die Form Fig. 70. Wurde nur auf Seite der nicht benutzten Elektrode rechts das Magnetfeld erregt, so ergab sich Fig. 71. Wurden rechts und links entgegengesetzte Magnetfelder erregt, und zwar das Feld rechts stärker, so wurde Fig. 72 erhalten, oder wenn das Feld links sehr schwach war, Fig. 73. Wurde umgekehrt der Magnetismus links verstärkt, so resultierte Fig. 74.

Bei dem Versuch Fig. 75 war das Netz isoliert, die vorher unbenutzte Elektrode Anode und das Magnetfeld nur an der Kathode.

Bei Fig. 76 war das Feld rechts stärker und bei Fig 77 auf der linken Seite sehr schwach.

Besonders bemerkenswert ist in den beiden letzten Fällen die eigentümlich rötliche bis rotgelbe Farbe der Strahlen auf der rechten Seite, welche vollkommen an die der Kanalstrahlen erinnert.

Fig. 78 zeigt die Gestaltung der Erscheinung bei isoliertem Netz im homogenen Magnetfeld und Fig. 79 die Erscheinung unter gleichen Umständen ohne Magnetfeld. Ähnlich wie bei Anwendung eines Porzellansiebes zeigte sich an dem Drahtnetz ein Bündel von Glimmlichtstrahlen, gleichgültig ob dieses isoliert oder abgeleitet war.

Wurde das Drahtnetz selbst zur Kathode gemacht, so verlor die Anode ihr Licht vollständig und die ganze Anodenseite des Eies erschien von hellem, blauem negativem Glimmlicht erfüllt, welches durch den überall gleich dicken dunkeln Kathodenraum von dem Drahtnetz getrennt war. Die ganze andere Hälfte des Eies war von dem rötlich-gelben Licht der Kanalstrahlen erfüllt, welches genau dem des gelben Saumes auf der andern Seite entsprach (Fig. 80, 1500 Volt, 0,6 Milliamp., Druck 0,0156 mm.) Gegen einen Magneten verhielten sich diese völlig indifferent, während die Glimmstrahlen auf der anderen Seite in

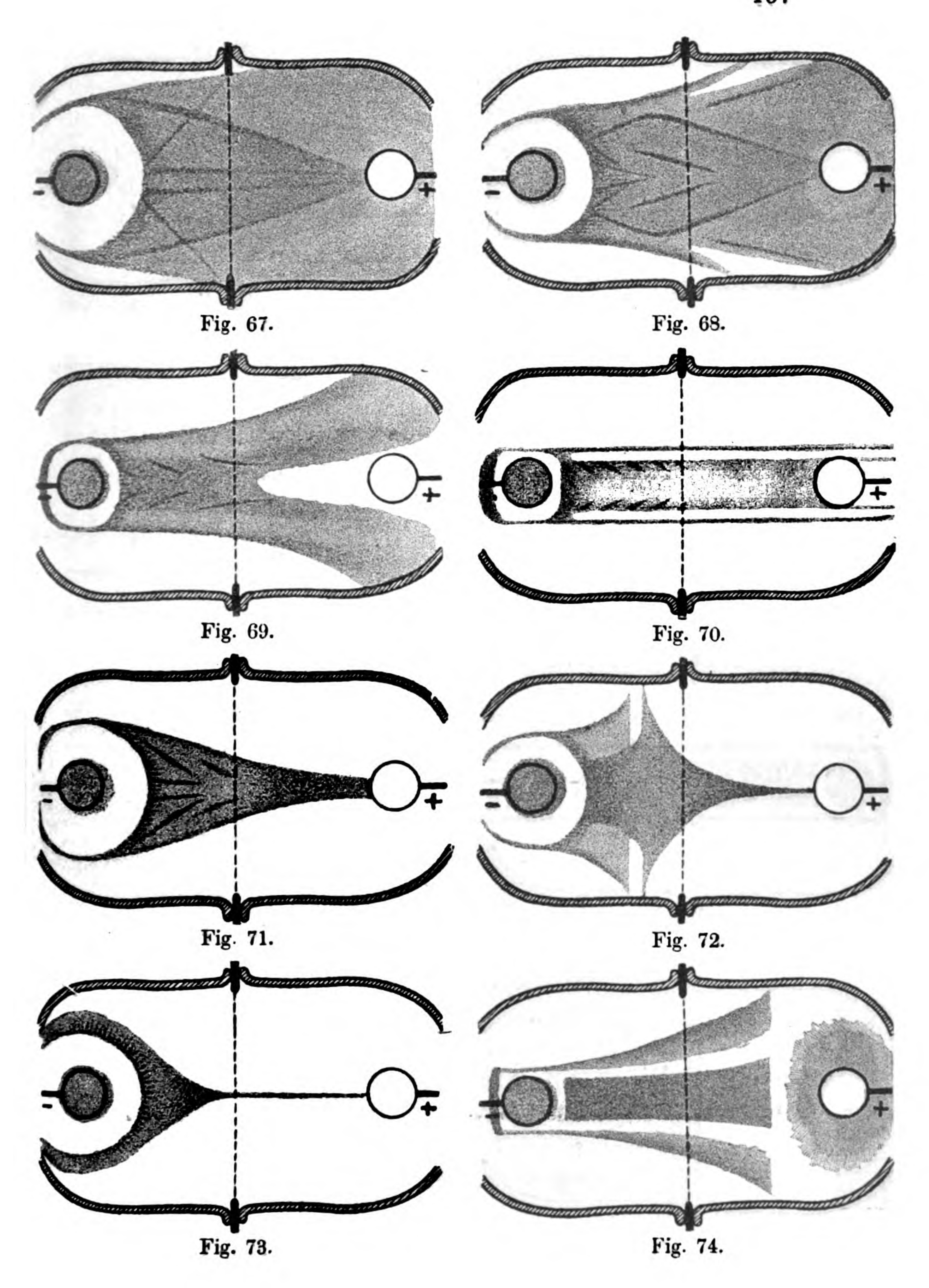


Fig. 67. Fig. 68.

Fig. 69. Fig. 70.

Fig. 71. Fig. 72.

Fig. 73. Fig. 74.

Fig. 75.

Fig. 76.

Fig. 77.

Fig. 78.

Fig. 79.

Fig. 80.

Fig. 81.

bekannter Weise abgelenkt wurden, z. B. bei Anwendung eines achsialen Feldes entsprechend Fig. 81.

Dienten die Diaphragmen selbst als Elektroden, so trat aus der Öffnung der Kathode, wie die Fig. 82 u. 83 zeigen, ein Bündel Kanalstrahlen in den leeren Teil des Gefäßes. Gleiches war der Fall, wenn ein Diaphragma wie bei Fig. 84 als Sekundärelektrode funktionierte. Es wurde aber auch der Fall beobachtet, daß, wie bei den Fig. 85 u. 86, die positive Entladung die Öffnung der Kathode in Form eines aus mehreren Schichten bestehenden leuchtenden Stieles durchdrang, worauf sich der leere Teil der Röhre mit negativem Glimmlicht füllte. Manchmal trat dabei ein regelmäßiges Alternieren dieses aus positivem und negativem Licht zusammengesetzten Büschels (Fig. 85) mit einem Büschel von Kanalstrahlen ein.

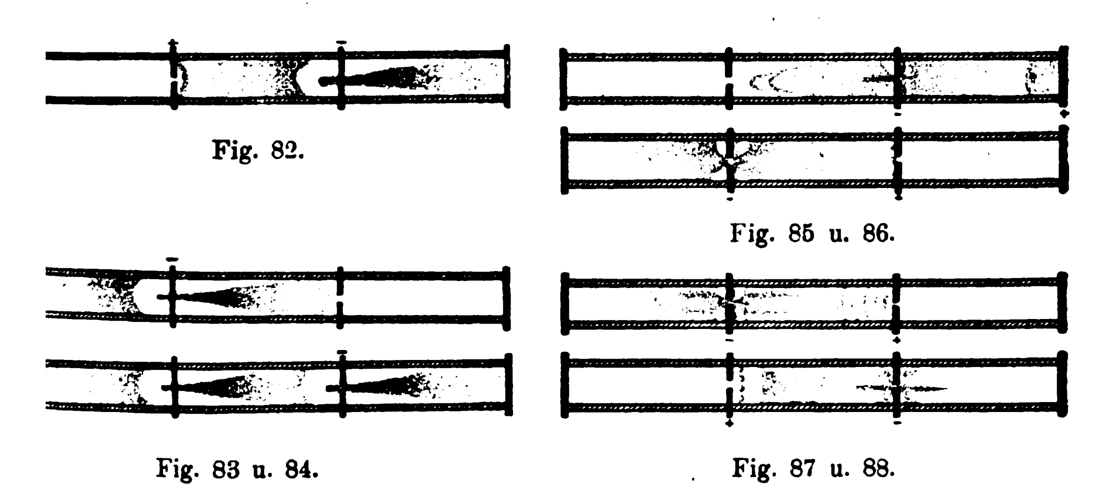

Fig. 82.

Fig. 85 u. 86.

Fig. 83 u. 84.

Fig. 87 u. 88.

Bei Erregung eines achsialen Magnetfeldes zeigten sich, wie aus Fig. 87 zu erkennen, an den Enden des positiven Büschels hellere Glimmlichtbündel in der Richtung der Kraftlinien. Wurde das engere Diaphragma als Kathode gewählt, so verschwand der positive Büschel und es blieb nur ein nach beiden Seiten sich fortsetzendes Glimmstrahlenbündel übrig, welches bei Änderung des Magnetfeldes jeweils der neuen Richtung der Kraftlinien folgte (Fig. 88.)

Gegenseitige Durchdringung zweier Entladungen. Ist im Fall Fig. 80 sowohl die Drahtnetzscheidewand wie eine der Elektroden Kathode, die andere Elektrode Anode, so könnte

man zwei sich durchdringende Entladungen erwarten, die eine zwischen den beiden Elektroden, die andere nur zwischen Drahtnetz und Anode. Der Versuch ergibt, daß solche Durchdringung wirklich möglich ist. Dabei bleibt sich im allgemeinen gleich, ob nur eine einzige Stromquelle benutzt wird, deren Strom

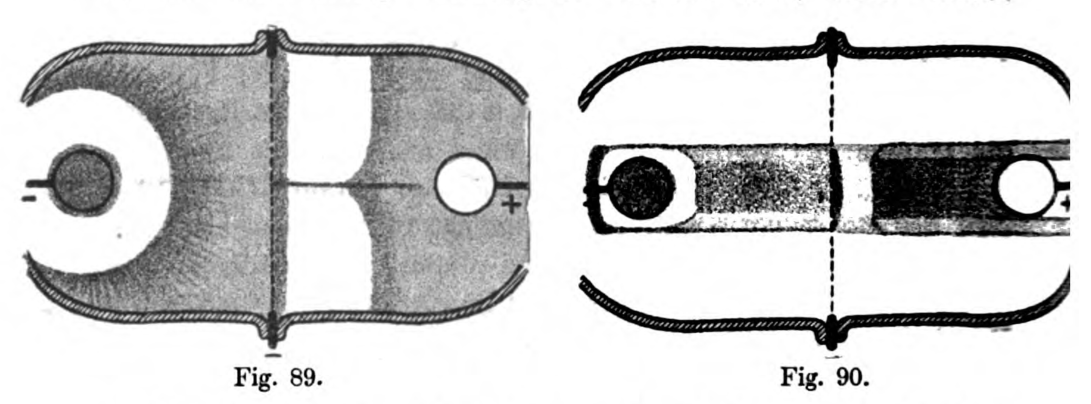


Fig. 89. Fig. 90.

im Ei sich verzweigt, oder etwa für die mit kürzerer Bahn eine Akkumulatorenbatterie, für die andere eine Influenzmaschine. Man sieht die eine Entladung durch den Dunkelraum der anderen in

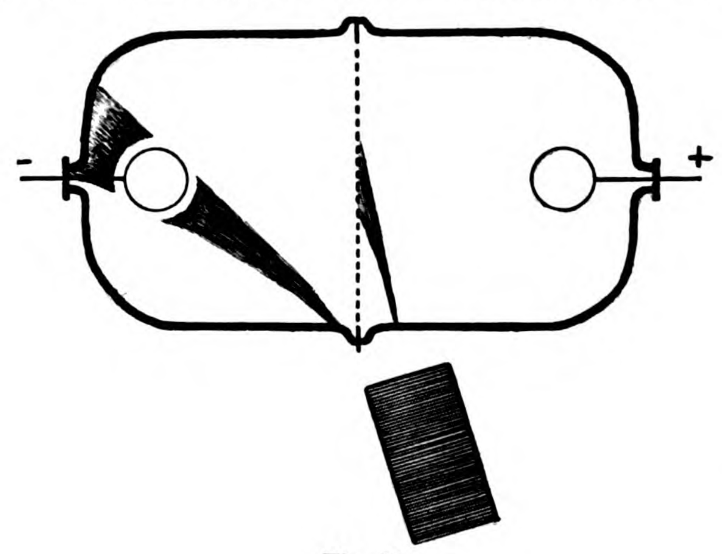


Fig. 91.

Form eines dünnen blauen Strahles durchdringen, wobei sich gleichzeitig an dieser Stelle eine trichterartige Vertiefung der Grenze des Dunkelraumes bildet (Fig. 89), entsprechend dem Satze, daß an Orten größerer Stromstärke die Dicke des Dunkelraumes kleiner ist. Da von der Drahtnetzkathode gegen die

andere Kathode Kanalstrahlen ausgesandt werden, welche den ganzen Raum jener Hälfte des elektrischen Eies erfüllen, so sind dort gleichzeitig Glimmstrahlen und Kanalstrahlen vorhanden und das Licht der Glimmstrahlen erscheint nicht wie gewöhnlich blau, sondern gelbgrau.

Beim Erregen eines achsialen magnetischen Feldes verschwand der blaue Strahl und das Glimmstrahlenbündel hinter dem Drahtnetz bildete scheinbar die Fortsetzung der Glimmstrahlen der ersten Hälfte. (Fig. 90.) Bei seitlicher Näherung eines Magneten gestaltete sich die Erscheinung wie Fig. 91 zeigt.

Zahlreiche ähnliche Versuche wurden ausgeführt unter Benutzung der oben beschriebenen 2,4 m langen Röhre mit drei Drahtnetzscheidewänden. Die beobachteten Erscheinungen sind in den Fig. 92, 93, 94 u. 95 dargestellt. Ferner zeigen die Fig. 96, 97, 98, 99, 100 101 u. 102 Fälle, bei denen sich die über die Elektroden hinausgehenden Teile der Entladung durchdringen. Man erkennt deutlich, daß nicht nur Kanalstrahlen und Glimmstrahlen sich gegenseitig durchdringen können, sondern ebensogut Kanalstrahlen und Kanalstrahlen, sowie auch Glimmstrahlen und Glimmstrahlen, selbst wenn sie entgegengesetzte Richtung haben und außerdem ein zur Erde abgeleitetes oder mit der Anode verbundenes Drahtnetz durchdringen müssen.

Besonders interessant gestaltet sich die gegenseitige Durchdringung der Glimmlichtbündel im magnetischen Felde. Verlaufen die Kraftlinien nicht genau achsial, so tritt keine Durchdringung der Bündel ein, sondern sie laufen auf große Strecken nebeneinander her, wie wenn jedes die Anode erreichen wollte, durch welche das andere hindurch gegangen ist. An der Stelle, wo sie die Anode durchbrechen, tritt eine kleine Anhäufung von Glimmstrahlen auf, deren Farbe je nach der Intensität des magnetischen Feldes außerordentlich stark wechselt. Mit zunehmender Stärke des Feldes wurden nacheinander folgende Färbungen beobachtet: blau, violett, dunkelgrün, gelbgrün, rotgelb und gelblich weiß. Durch Verflüchtigung des Metalles läßt sich dieser auffallende Farbenwechsel nicht erklären.

Ähnlich wie bei der Röhre mit Drahtnetzscheidewänden gestaltet sich die Superposition zweier Entladungen in der Röhre

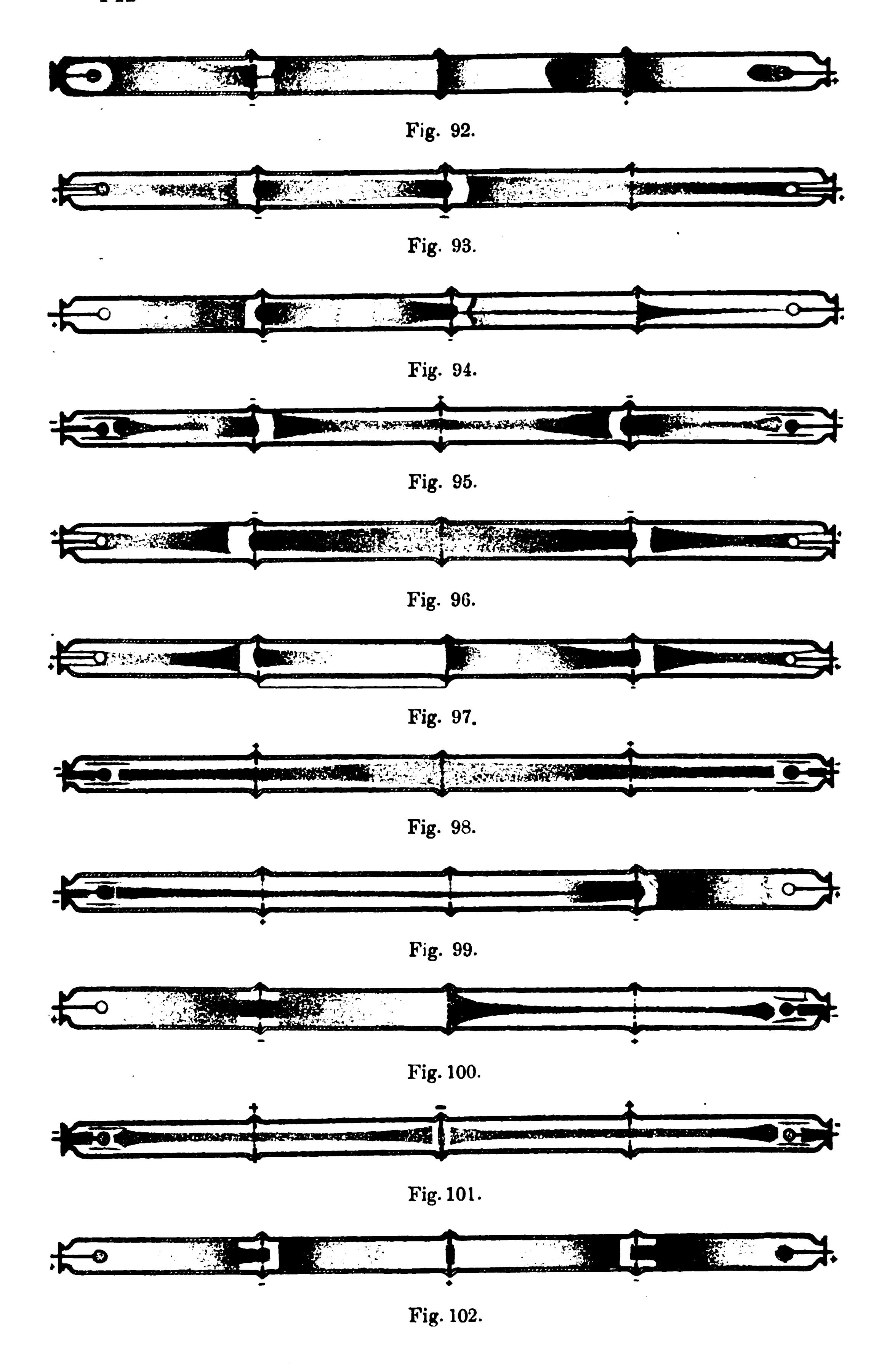


Fig. 92.

Fig. 93.

Fig. 94.

Fig. 95.

Fig. 96.

Fig. 97.

Fig. 98.

Fig. 99.

Fig. 100.

Fig. 101.

Fig. 102.

mit Diaphragma aus Zinkblech (Fig. 103a, b, c, d, 104, 105). Auch hier wurden aus entgegengesetzten Richtungen in dieselbe Abteilung fortschreitende Bündel von Glimmstrahlen oder Kanalstrahlen beobachtet, welche sich gegenseitig nicht zu stören schienen. Besonders auffallend war hierbei die eigentümliche, in Fig. 103c dargestellte scheibenförmige Ausbreitung der Kanalstrahlen, auf welche im Abstand von einigen Zentimetern eine positive Lichtmasse folgte, sowie die in Fig. 103d dargestellte Schichtung eines Kanalstrahlenbündels, welche von der Schichtung positiven Lichtes kaum zu unterscheiden war. Ob vielleicht wirklich positives Licht den Kanalstrahlen beigemischt war, ließ sich nicht entscheiden, da durch Annäherung eines Magneten die Verteilung des Glimmlichts auf der anderen Seite der Kathode und damit die Entstehung der Kanalstrahlen gestört wurde.

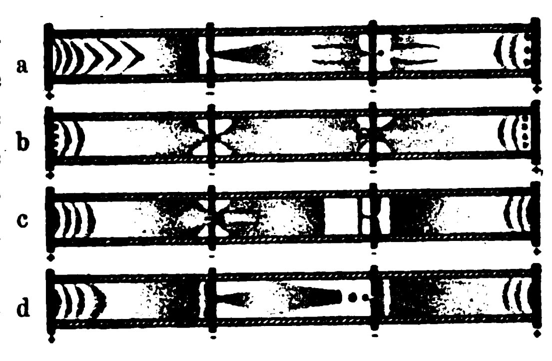
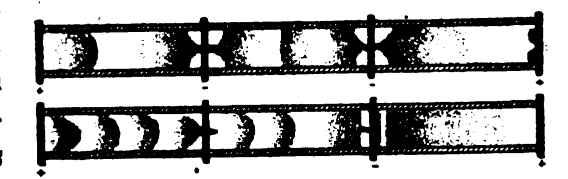


Fig. 103.


Fig. 104 u. 105.

Hohle Elektroden. Um zu erfahren, wie sich die Lichterscheinung im Innern hohler Elektroden gestalte, ließ ich ein Entladungsgefäß mit einer hohlen Elektrode aus Drahtnetz von der Form eines geschlossenen Zylinders von 55 cm Länge und 8 cm Durchmesser herstellen. Nur in dem Deckel des Zylinders war eine Oeffnung von 10 mm Weite angebracht. Derselbe befand sich in 5 cm Abstand von der plattenartig gestalteten entgegengesetzten Elektrode. Wie aus Fig. 106 zu ersehen, zog sich in das Innere des Zylinders durch die Oeffnung ein mit blauem Glimmlicht erfüllter Schlauch, dessen Abstand von dem Drahtsieb durch die Dicke des Dunkelraumes bestimmt wurde. In der Öffnung selbst erschien eine positive Schicht in Form eines rötlichen Pinsels, ähnlich wie allgemein beim Durchgang der Entladung durch ein vom Dunkelraum umgebenes Diaphragma. Wurde auf Seite des

Hohlzylinders ein achiales Magnetfeld erregt, so verkürzte sich der Schlauch, und zwar um so mehr, je größer die Feldstärke. Indes kann man nicht sagen, daß einer bestimmten Feldstärke eine bestimmte Länge des Glimmlichtschlauches entspricht. Denn wurde, während dem das Magnetfeld erregt war, der Strom plötzlich geschlossen, so *erstreckte sich im ersten Moment der Schlauch fast bis zum Boden des Zylinders, verkürzte sich aber sofort, erst sehr rasch, dann immer langsamer, um erst nach längerer Zeit seine endgültige Länge anzunehmen.*

Bei größerer Feldstärke schien sich der Sack am Ende zu öffnen und an dem entstehenden Rande erschien, gewissermaßen als Einfassung, wie Fig. 106 andeutet, eine ringförmige positive Schicht, der übrige Teil des Schlauches wurde enger und zeigte im Innern ebenfalls eine oder mehrere positive Schichten.

Bei Erregung des Magnetfeldes an der Kathode oder an beiden Elektroden zugleich spitzte sich der Schlauch zu, wie die Fig. 106 b. u. c, zeigten. Bei Fig. 106 b wurden an der Spitze zwei positive Schichten sichtbar, bei 106 c zog sich ein spiralförmig gewundenes Band positiven Lichtes der Oberfläche des Schlauches entlang und ein zweites auf der Grenze des Dunkelraumes außen an dem Drahtnetzzylinder. Bei Fig. 106 e haben sich diese beiden Spiralen zu Ringen zusammengezogen, deren Ebene auf den magnetischen Kraftlinien senkrecht steht.

Bei höheren Verdünnungsgraden, wenn die Dicke des Dunkelraumes gleich oder größer als der Abstand zwischen der Anode und dem Deckel der Kathode wird, sieht man im Innern der Kathode kein Glimmlicht mehr, sondern nur ein Büschel von Kanalstrahlen, wie Fig. 74 f zeigt, welches nach der entgegengesetzten Seite in einen Stiel von negativem Saumlicht ausläuft, der aber nicht wie gewöhnlich gelblich, sondern bläulich gefärbt ist. Das eigentliche negative blaue Glimmlicht erscheint nur auf der Rückseite der Anode.

Wird der Drahtnetzzylinder zur Anode gemacht, so erfüllt sich der Raum zwischen dem Deckel und dem Dunkelraum an der Kathode mit Glimmlichtstrahlen, welche namentlich bei Erregung eines achsialen Magnetfeldes in Form eines zylindrischen Büschels in den Zylinder eindringen und teilweise auch den Wänden denselben entlang laufen. (Fig. 106g).

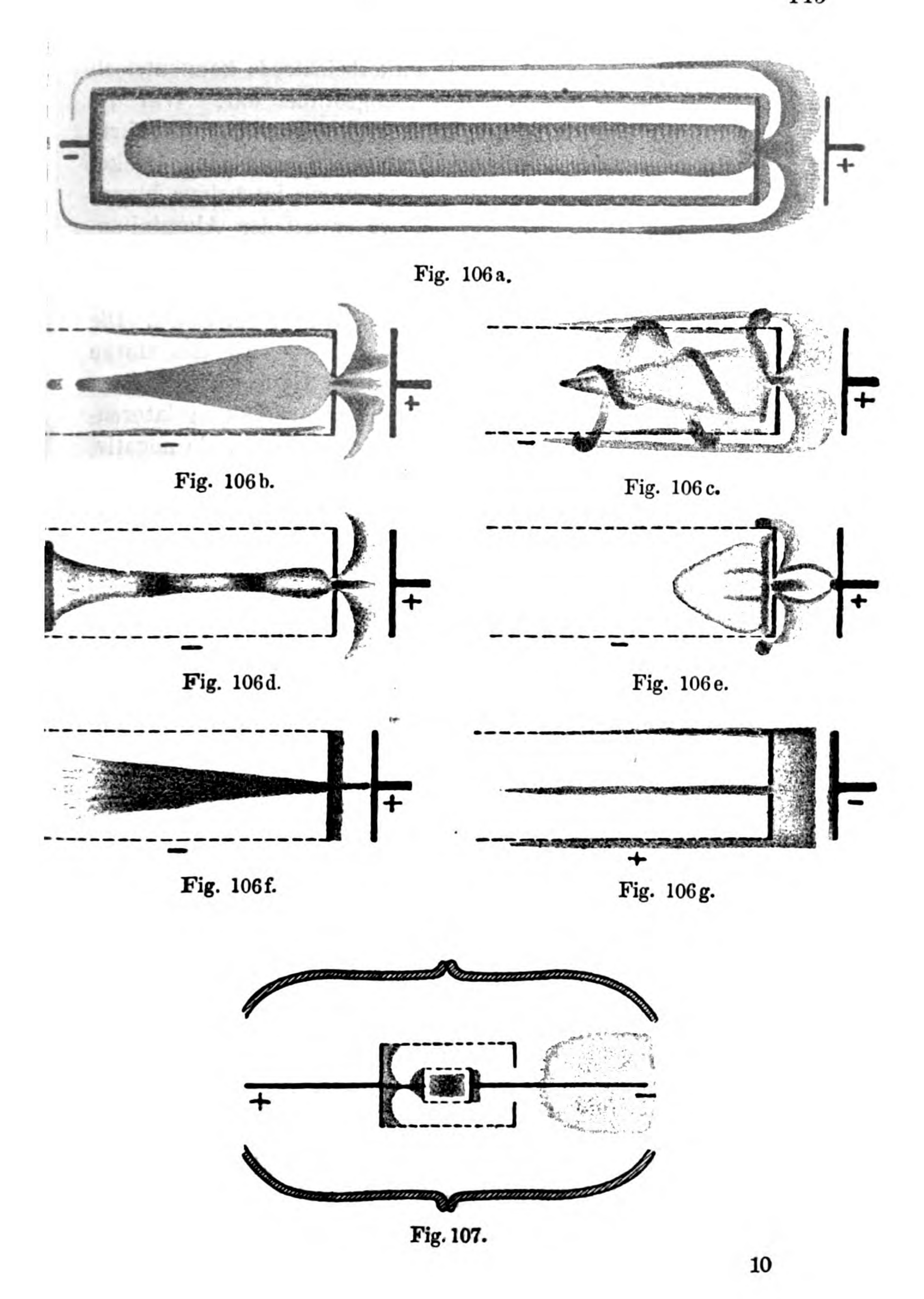


Fig. 106 a.

Fig. 106 b.

Fig. 106 c.

Fig. 106 d.

Fig. 106 e.

Fig. 106 f.

Fig. 106 g.

Fig. 107.

Konzentrische Elektroden. Noch auffälliger gestaltete sich die Erscheinung, wenn eine Drahtkorbelektrode konzentrisch im Innern einer ähnlich gestalteten angeordnet war. War die innere Elektrode negativ und vollständig geschlossen, so bohrte sich die Entladung durch den aus Drahtnetz bestehenden Deckel ein etwa 2 mm weites Loch, aus welchem ein intensiver blauer Strahl heraustrat (Fig. 107), der da, wo er auf den Aluminiumboden des äußeren Zylinders auftraf, ein eigentümliches Phosphoreszenzlicht erzeugte, aus hell gelbrot strahlenden Punkten bestehend, vergleichbar den Funken von brennendem Eisen. Die Entladung kam nur schwer zu stande und war, wie das starke vom Entladungsgefäß ausgehende rasselnde Geräusch erkennen ließ, stets langsam intermittierend, obschon eine Akkumulatorenbatterie als Stromquelle diente. War die äußere Elektrode negativ,

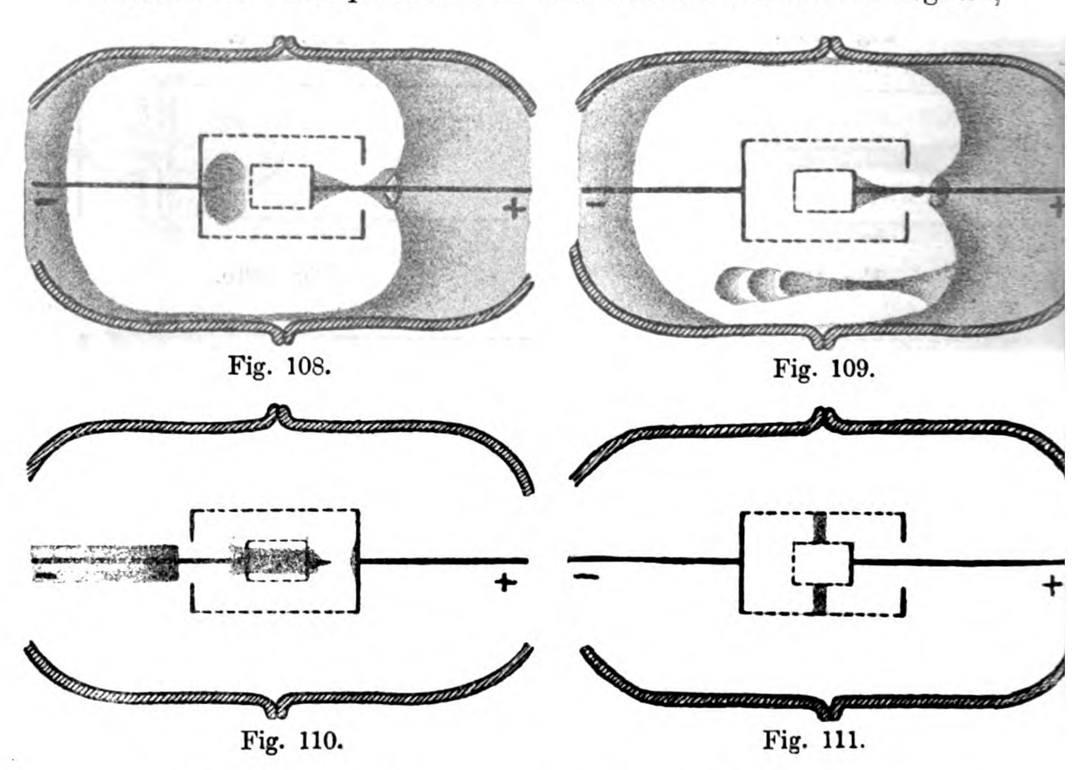


Fig. 108. Fig. 109.

Fig. 110. Fig. 111.

so bildete sich sowohl innen wie außen ein Dunkelraum aus, der aber an der inneren Bodenfläche verhältnismäßig geringere Dicke hatte (Fig. 108). Von dieser Stelle zog sich negatives Glimmlicht bis zur Anode. Der Zustand war nicht stabil, das Glimmlicht erlosch plötzlich und statt dessen erschien zwischen dem Dunkel-

raum und der äußeren Glaswandung eine aus mehreren Schichten zusammengesetze Zunge aus positivem Licht, deren Lage schon durch schwache magnetische Kräfte geändert werden konnte (Fig. 109). In allen Fällen drang aus der weiten Öffnung der Kathode ein dünner, doppelkegelförmiger, geschichteter Büschel von positivem Licht hervor, dessen Form durch den die Ränder der Öffnung umkleidenden Dunkelraum bestimmt wurde, wenigstens bis zu gewissem Grade. Bei größerer Stromstärke durchsetzte allerdings, wie aus Fig. 108 zu ersehen, das positive Licht auch den Dunkelraum, doch schienen die in demselben gelegenen Teile desselben dunkler als die außerhalb, ähnlich wie auch die innerhalb des Dunkelraums verlaufenden negativen Strahlen dunkler sind als die äußeren. Die Fig. 110 u. 111 stellen die Erscheinungen bei Erregung eines achsialen Magnetfeldes dar, erstere bei innerer, letztere bei äußerer Kathode.

Stromrichtung. Der Umstand, daß sich beim Verschieben oder Drehen der Kathode (letzteres im Falle sie unsymmetrisch ist) die ganze positive Lichtsäule mit verschiebt und mit dreht ohne irgend eine Änderung der Schichten, während Verschieben und Drehen der Anode ohne jeden Einfluß ist; daß ferner bei Annäherung eines Magneten an eine positive Lichtsäule wie in Fig. 109 am linken (negativen) Ende Verschiebung der ganzen Säule bedingt, nicht aber Annäherung am rechten (positiven) Ende; weiter die von Goldstein beobachtete Ähnlichkeit im Verhalten der Glimmlichtstrahlen und der positiven Schichten und endlich die Bildung eines äquatorialen Lichtrings an der Anode im Magnetfelde weisen darauf hin, daß der Strom bei der Gasentladung im luftverdünnten Raum ein einseitiger ist,[1] daß sich aber nicht, wie Plücker angenommen hat, die positive Elektrizität zur Kathode bewegt, sondern gerade umgekehrt die negative zur Anode.

Derartige Erwägungen sowie der weitere Umstand, daß die positiven Schichten annähernd senkrecht zu den Stromlinien ver-

[1] W. Weber machte die Annahme, daß sich im elektrischen Strom die Hälfte der Elektrizität als positive im einen Sinne bewegt, die andere Hälfte als negative im andern. Nach Hittorf, F. Kohlrausch u. a. bewegen sich in elektrolytischen Stromleitern Kationen und Anionen in entgegengesetzter Richtung mit verschiedener Geschwindigkeit. Die Stromstärke ist die Summe der pro Sekunde einen Querschnitt passierenden Elektrizitätsmengen.

laufen, also die Richtung derselben leicht übersehen lassen, und bei geringer Elektrodendistanz über das negative Glimmlicht hinüberwandern, entsprechend einer scharfen Brechung der Stromlinien an der Grenze des Glimmlichts, veranlaßte mich früher, folgenden Satz auszusprechen: „Sämtliche Lichterscheinungen im luftverdünnten Raum werden hervorgerufen durch einen Strom negativer Elektrizität,[1] welcher unbekümmert um die Lage der Anode senkrecht aus der Kathode hervordringt, dessen Stromlinien aber in einiger Entfernung von der Kathode außerhalb des dunkeln Raumes an verschiedenen Stellen, da wo die maximale Lichtentwicklung auftritt, plötzlich ihre Richtung ändern und sich der Anode zuwenden.“[2]

Das Verhalten der Magneto-Kathodenstrahlen läßt sich aber, wie gezeigt, nicht ohne weiteres diesem allgemeinen Satz unterordnen.

Nimmt man an, was nach dem vorhergehenden wahrscheinlich ist, daß auch die Magnetokathodenstrahlen Strombahnen sind, obschon sich keine elektrische Ladung derselben konstatieren läßt, so muß für diese, die ja in aller Strenge dem Verlauf der magnetischen Kraftlinien folgen, mindestens die Bemerkung beigefügt werden, daß sie nicht senkrecht aus der Kathode austreten, falls nicht zufällig die Kraftlinien darauf senkrecht sind.

Die von Villard u. A. angenommene prinzipielle Verschiedenheit der Magnetokathodenstrahlen von den gewöhnlichen Kathodenstrahlen erscheint um so merkwürdiger, als sie hinsichtlich der Erregung von negativem Glimmlicht, der Dicke des dunkeln Kathodenraums, des gelben Saums usw. sich gar nicht von den Kathodenstrahlen unterscheiden, ganz besonders aber, insofern dieselbe Schicht einer positiven Lichtsäule, wenn sie sich in einer Verengung des Gefäßes bildet, auf der Anodenseite wie ein Bündel von Magnetokathodenstrahlen verhält, auf der Kathodenseite wie ein Bündel gewöhnlicher Kathodenstrahlen, wie viele von den zuletzt besprochenen Versuchen ohne weiteres erkennen lassen. Es ist schwer, sich vorzustellen die positiven Schichten seien eine Mischung von Kathodenstrahlen und Magnetokathodenstrahlen.

---

[1] O. Lehmann, Flüssige Krystalle. Leipzig, W. Engelmann, 1904, S. 263 und: Der dunkle Kathodenraum, Verh. d. Karlsr. nat. Vereins, **15**, 56, 1902.

[2] O Lehmann, Das Vacuum als Isolator, Boltzmann-Festschrift, 1904, 287.

IV. Der Vorprozeß im Magnetfeld.

Das merkwürdigste aber ist, daß der Spannungssturz, der bei Bildung der Magnetokathodenstrahlen im achsialen Magnetfeld eintritt oder die Spannungssteigerung bei äquatorialem Feld auch schon beobachtet werden können ehe die Entladung vorhanden ist, gerade wie wenn schon vor Eintritt derselben eine unsichtbare Strömung vorhanden wäre, aber nicht eine einfache Ionenverschiebung, wie sie die elektrolytische Theorie annimmt, sondern eine in gleicher Weise wie die sichtbare Entladung in Dunkelraum, Glimmlicht, positive Lichtsäule usw. gegliederte Entladung, die auch durch die magnetische Kraft in gleicher Weise beeinflußt wird wie die sichtbare.

Die Spannungssteigerung bei Einwirkung eines äquatorialen Magnetfeldes auf die leuchtende Entladung ist längst bekannt. Schon de la Rive fand, daß man den Lichtbogen durch ein hinreichend starkes Magnetfeld zerreißen kann.

Daß der Magnetismus in gleicher Weise auch auf den Vorprozeß wirkt, geht daraus hervor, daß man nach Ebert u. E. Wiedemann (1893) den Eintritt der Entladung in einem ziemlich weit evakuierten Geißlerschen Rohr hindern kann, wenn man es mit seiner Kathode zwischen die Pole eines starken Elektromagneten bringt und diesen erregt.

Bei eigenen Untersuchungen in gleicher Richtung[1] beobachtete ich Entladungsverzüge nach dem Erlöschen der Entladung, wie sie Warburg[2] und Jaumann[3] bereits bei Entladungen in freier Luft ohne Magnetfeld gefunden hatten.

Öffnet man den erregenden Strom des Elektromagneten, so daß das magnetische Feld verschwindet, so tritt im allgemeinen die Entladung nicht wieder von selbst ein, obschon die Spannungsdifferenz der Elektroden dieselbe ist wie ursprünglich. Bei einer Röhre von 1 m Länge und 5 cm Weite trat die leuchtende Entladung bei einer Spannungsdifferenz der Elektroden von 1500 Volt ein, worauf die Spannung infolge des inneren Widerstandes der Batterie und des zugeschalteten Wasserwiderstandes[4] auf

---

[1] O. Lehmann, Wied. Ann. **56**, 320, 1895.
[2] Warburg, Pogg. Ann. **145**, 595, 1872.
[3] Jaumann, Sitzb. d. Wien. Akad. **104**, (2a), 7, 1895.
[4] Nach Hittorf ändert sich auch die Leitungsfähigkeit des Gases.

1100 Volt zurückging. Wurde nun die Entladung magnetisch „ausgeblasen", so stieg das Elektrometer der elektromotorischen Kraft der Batterie gemäß sofort wieder auf 1500 Volt. Das Rohr blieb aber dunkel, ja es konnte durch stetige Erhöhung der Spannung unter Vermeidung von Funkenbildung (durch Verstärkung des Magnetisierungsstromes der stromliefernden Hochspannungsdynamomaschine, welche mit einem Hochspannungsakkumulator in Serie geschaltet war) die Spannung bis zu 3000 Volt, also auf das Doppelte erhöht werden, ohne daß die Entladung von neuem einsetzte. Sie trat aber sofort ein, falls etwa die Spannung durch den Zellenschalter der Akkumulatorenbatterie, wobei kleine Fünkchen entstanden, reguliert wurde, oder wenn in der Nähe des Rohres eine Leydener Flasche entladen wurde. Ebenso wurde die Entladung mit Sicherheit durch einen Funken am Kollektor der Maschine eingeleitet, zuweilen auch entstand sie nach einigen Minuten, auch wohl erst nach einer halben oder ganzen Stunde von selbst ohne bemerkbare Ursache. Da sich Funken am Kollektor der Maschine nicht ganz vermeiden ließen, waren genaue Beobachtungen hierüber nicht möglich.

Wurde das Rohr mit äußeren Belegungen versehen, so trat im Moment des Ausblasens der Entladung eine starke Elektrisierung derselben ein, welche deutlich erkennen ließ, daß nach Aufhören der leuchtenden Entladung noch konvektive stattfand, durch welche die Wandungen des Rohres stark geladen wurden. Diese Anhäufung von Elektrizität auf den Rohrwänden ist jedenfalls eine Ursache, welche das Widereintreten der Entladung nach Entfernung des magnetischen Feldes hindert.

Daß daneben noch eine zweite Ursache vorhanden sein muß, welche den Eintritt der Entladung hindert, folgt daraus, daß der Entladungsverzug, wenn auch in bedeutend geringerem Maße, auch bei Anwendung von Wechselstrom von 100 Polwechseln pro Sekunde zu beobachten ist. In solchem Falle betrug die mittlere Spannungsdifferenz der Elektroden beim Durchgang der leuchtenden Entladung ca. 500 Volt, somit die maximale 550 . 5,14 = 2750 Volt. Beim Auslöschen der Entladung mittels des Magneten stieg die Spannungsdifferenz auf 520 Volt im Mittel, somit 2673 Volt maximal, und konnte auf dieser Höhe auch nach Verschwinden des elektrischen Feldes längere Zeit erhalten bleiben, bis schließlich ohne ersichtliche äußere Veranlassung die Ent-

ladung wieder einsetzte und damit die maximale Spannung auf 2570 Volt zurückging.

Bei Hochfrequenzströmen konnte ich einen deutlichen Entladungsverzug nicht beobachten, selbst dann nicht, wenn das (eine Elektrode enthaltende) Ende des Rohres zwischen die Pole des Magneten gestellt wurde.

Warburg[1] beobachtete zuerst, daß ein Magnetfeld die Entladung nicht nur erschweren, sondern auch begünstigen kann, wenn nämlich die Kraftlinien achsial verlaufen.

Bei meinen Untersuchungen über Entladungen in weiten Gefäßen fand ich dies bestätigt.[2]

Wurden die Elektroden in einem weiten Ei ohne nennenswerten Widerstand mit dem nahe bis zur Entladungsspannung geladenen Kondensator in Verbindung gebracht, so zuckte ab und zu in unregelmäßigen Intervallen ein fahler Lichtschein durch das Gefäß, schwachem Wetterleuchten vergleichbar, um sofort wieder zu verschwinden. Bei Erregung eines achsialen Magnetfeldes setzte sofort helleuchtende dauernde Entladung ein von weit größerer Stromstärke.

Wurde das Magnetfeld so erregt, daß die Kraftlinien senkrecht zur Achse der Elektroden standen, so wurden nicht nur vorhandene leuchtende Entladungen ausgelöscht, sondern auch das Zustandekommen derselben verhindert, und zwar nicht nur so lange der Magnetismus andauerte, sondern auch, wie ich schon früher beobachtete,[3] nach Verschwinden desselben. Bei einem 2,4 m langen, 10 cm weiten Rohre, dessen Elektroden mit einem 8-Mikrofarad-Kondensator und einer Akkumulatorenbatterie verbunden waren, traten beim Erregen eines achsialen Magnetfeldes in rascher Folge blendend weiße Funkenentladungen hervor, welche sofort wieder verschwanden oder ruhiger Glimmentladung Platz machten, sobald die Stärke des Magnetfeldes vermindert oder auch über eine gewisse Grenze gesteigert wurde.

Die Begünstigung der Entladung durch ein achsial verlaufendes Magnetfeld hat nämlich ihre Grenzen. Steigt die Feldstärke über ein bestimmtes Maximum, so wird die Entladung entweder

---

[1] Warburg, Sitzb. d. Berl. Akad. **10**, 128, 1897. Siehe auch Paalzow u. Neesen, Wied. Ann. **63**, 209, 1897.

[2] O. Lehmann, Ann. d. Phys. **7**, 6, 1902.

[3] O. Lehmann, Wied. Ann. **56**, 321, 1895.

völlig ausgelöscht oder wenigstens die Stromstärke plötzlich stark reduziert. Als Ursache darf man wohl betrachten, daß, wenn auch der Teil der Strombahn, welcher durch die Glimmlichtstrahlen dargestellt wird, mit den Kraftlinien zusammenfällt, also keine Ablenkung erleiden kann, doch der unsichtbare positive Strom, welcher nahezu rechtwinklig aus der Oberfläche des Glimmlichtzylinders austritt, sich in Spiralen um den Glimmlichtzylinder hinzieht und schließlich senkrecht in den Glimmlichtring auf der Anode eintritt, also auch rechtwinklig zu den Kraftlinien verläuft, stark beeinflußt wird und schließlich ebenso unterbrochen werden muß, wie eine sichtbare positive Lichtsäule welche senkrecht zu den Kraftlinien verläuft.

Höchst merkwürdig ist nun aber, daß auch dann, wenn die Spannung zur Erzeugung der Entladung bei weitem nicht zureicht, also sicher kein Entladungsverzug vorliegt, dieselbe durch ein achsiales Magnetfeld doch hervorgerufen werden kann.[1]

Bei 0,04 mm Druck erniedrigte sich bei Erregung der das elektrische Ei umgebenden Magnetspulen von ca. 2000 Windungen mit 1 Ampere Magnetisierungsstrom die Entladungsspannung von ca. 500 auf 470 Volt, sowohl für positive wie für negative Ladung, bei 0,008 mm von 2200 Volt auf 1000 Volt, ja sogar in vereinzelten Fällen bis zu 400 Volt bei positiver Ladung und 900 bei negativer. Bei diesen sehr niedrigen Drucken kann man also die Ladung der Kugel durch Erregen des Magnetfeldes sofort bis auf einen (für positive Elektrizität kleinen, für negative großen) Rest zum Verschwinden bringen, selbst wenn beispielsweise die Spannung nur 400 Volt beträgt, statt der normalen Entladungsspannung von 2200 Volt.

Mit Erhöhung der Stromstärke J in den Magnetisierungsrollen wächst in manchen Fällen die Erniedrigung der Grenzspannung E (zuweilen ruckweise).[2]

Wird die Elektrode dauernd mit einer Stromquelle von e Volt Spannung verbunden, so bewirkt Erhöhung der Stärke des Magnetisierungsstromes J Erhöhung der Stärke des Entladungsstromes i bis zu einem Maximum und sodann Verminderung desselben. Mit Beseitigung des Magnetisierungsstromes ver-

[1] O. Lehmann, Boltzmann—Festschrift, 1904, 292.

[2] Vergl. O. Lehmann, Die elektrischen Lichterscheinungen oder Entladungen. Halle, 1898, S. 160 u. 386.

schwand in der Regel auch der Entladungsstrom, andernfalls blieb ein schwächerer Reststrom. Dieses Verhalten entspricht ganz dem Einfluß des Magnetismus auf schon vorhandene Entladung. Beispielsweise war beim Druck 0,04 mm und der Spannung —470 Volt die Stromstärke ohne magnetisches Feld = 0,00015 Ampere, die Dicke des Dunkelraums = 10 cm, bei $J = 1$ Ampere, $i = 0{,}0006$ Ampere (Dunkelraum 4 cm) und bei $J = 8$ Ampere erlosch die Entladung, nachdem der Dunkelraum auf 25 cm zusammengeschrumpft war.

Da der Spannungssturz bei Erregung eines achsialen Magnetfeldes darauf beruht, daß die Glimmlichtstrahlen alle die Richtung von der Kathode zur Anode erhalten und dieser Spannungssturz, wie aus den mitgeteilten Beobachtungen hervorgeht, auch dann eintritt, wenn die Spannung beträchtlich niedriger ist als die Entladungsspannung, also überhaupt keine Glimmlichtstrahlen vorhanden sind, so müßte nach Villards Ansicht angenommen werden, daß das Magnetfeld zunächst unsichtbare Magnetokathodenstrahlen erzeugt, d. h. Strahlen, welche keine Elektrizität mit sich führen und daß diese sodann die Entladungsspannung herabsetzen.

Nach der elektrolytischen Entladungstheorie müßte die vermutete, aber nicht erwiesene Jonenbewegung*) vor Eintritt der Entladung durch ein achsiales Magnetfeld bis zur Jonenbildung durch Jonenstoß beschleunigt werden, wofür sich aber kein Grund erkennen läßt, da die elektrodynamische Kraft auf Teilchen, die sich in der Richtung der magnetischen Kraftlinien bewegen, gleich Null ist und schräg austretende lediglich gezwungen werden Spiralen zu beschreiben. Auch in einem Elektrolyten wird die Jonenbewegung d. h. die Stromstärke durch ein der Stromrichtung paralleles Magnetfeld nicht beeinflußt.

Anscheinend ist hier eine Lücke in unserer Kenntnis der Wirkung elektrischer und magnetischer Kräfte vorhanden, welche auszufüllen der Zukunft überlassen werden muß.

---

*) Anmerkung bei der Korrektur. Herr Dr. Sieveking ist zur Zeit in meinem Institut damit beschäftigt unter Anwendung feinerer Hilfsmittel und besserer Methoden die Existenz eines solchen Stroms zu prüfen. Er erzielte vor kurzem das positive Ergebnis, daß der Strom nicht existiert.

Darwinistische Probleme in der griechischen Philosophie.

Von **Dr. Walther May.**

Die großen biologischen Probleme, die Darwin durch seine Selektionstheorie zu lösen versuchte, waren von zweierlei Art. Einmal kam es ihm darauf an, zu zeigen, wie die ungeheure Mannigfaltigkeit der organischen Formen auf unserer Erde entstanden ist, zum andern wollte er erklären, warum diese Formen zweckmäßig eingerichtet sind. Das Speziesproblem und das teleologische Problem waren die Angelpunkte seines Denkens. Sie sind durch ihn in den Mittelpunkt der biologischen Spekulation unserer Zeit gerückt worden und können deshalb schlechtweg als darwinistische Probleme bezeichnet werden.

An sich sind diese Probleme uralt, so alt wie das menschliche Denken überhaupt. Sie treten uns bereits in den Schöpfungsmythen der alten Inder, Ägypter, Babylonier und Israeliten entgegen und spielen eine bedeutungsvolle Rolle in den naturphilosophischen Spekulationen der Griechen. Hier den wechselnden Versuchen ihrer Lösung zu folgen, soll die Aufgabe dieser Abhandlung sein.

Unter den älteren jonischen Naturphilosophen des siebenten und sechsten Jahrhunderts v. Chr. war es Anaximander, der den Ursprung der Lebewesen in den Kreis seiner Betrachtungen zog. Nach seiner Ansicht haben sich die Tiere durch den Einfluß der Sonnenwärme aus dem im Wasser enthaltenen Schlamm gebildet. Die Landtiere steckten anfangs in einer fischähnlichen, stachlichen Hülle, die sie abwarfen, als sie weit genug entwickelt waren, um sich auf dem Lande fortzuhelfen. Auch der Mensch konnte davon keine Ausnahme machen, denn er bedarf nach seiner Geburt viel zu lange der elterlichen Pflege, als daß seine elternlosen Stammformen sich ohne besondere Schutzorgane hätten erhalten können.

Man hat in dieser Lehre Anaximanders einen Anklang an

die heutige Entwicklungstheorie finden wollen. Gegen diese Auffassung ist aber mit einem gewissen Recht eingewendet worden, daß wir es bei dem jonischen Philosophen nicht mit einer eigentlichen Verwandlung verschiedener Tierarten ineinander, sondern nur mit der Entpuppung eines höheren Zustandes derselben Art zu tun haben. Der Mensch z. B. hat sich nicht aus einem wirklichen Fisch entwickelt, sondern war von Anfang an Mensch, nur umgeben von einer fischförmigen Hülle, aus der er herauskroch, als er ihres Schutzes nicht mehr bedurfte.

Von andern Gesichtspunkten aus hat man den Philosophen Heraklit von Ephesos als den Vater des Entwicklungsgedankens, ja als den ersten Vertreter einer darwinistischen Naturauffassung bezeichnet. Heraklit sah im Werden, in der beständigen Veränderung, Verwandlung und Entwicklung das Wesen der Dinge. Alles ist nach ihm in unaufhörlichem Flusse begriffen, nichts Bleibendes existiert, das Beharrliche ist nur Täuschung unserer Sinne. Jede Veränderung aber ist ein Übergang von einem Zustand in einen entgegengesetzten, alles Werden ein beständiger Wechsel entgegengesetzter Zustände, jedes Ding das Produkt zweier Gegensätze, zwischen denen es in der Mitte steht. Daher entspringt alles aus der Entzweiung, aus dem Kampf des einen Zustandes gegen den andern. Der Streit ist der Vater und Herr aller Dinge, das Recht und die Ordnung der Welt.

Diese Sätze Heraklits hat man in Parallele gestellt zu der Lehre Darwins, nach der der Kampf ums Dasein die treibende Kraft der Artentwicklung ist. Und wenn man den Vergleich nicht besonders streng faßt, so kann man Heraklit in der Tat als den Vater einer darwinistischen Naturauffassung im weitesten Sinne des Wortes bezeichnen. Doch darf man dabei nicht übersehen, daß Heraklit an eine spezielle Anwendung seines Prinzips auf die Entstehung der Lebewesen noch nicht gedacht hat. Wir finden bei ihm ebensowenig biogenetische Spekulationen wie bei seinem Zeitgenossen Pythagoras.

Den äußersten Gegensatz zur Philosophie Heraklits stellt die Lehre der eleatischen Schule des sechsten und fünften Jahrhunderts v. Chr. dar. Nicht das Werden, sondern das Sein ist nach ihr das Wesen der Dinge, alles Werden, alle Bewegung und Entwicklung ist nur Täuschung der Sinne. Doch hat der Begründer der eleatischen Schule, Xenophanes von Kolophon, diese

Lehre noch nicht in ihrem Extrem vertreten. Er stellte zwar den Satz auf: „alles bleibt sich gleich“, bezog ihn aber wesentlich nur auf die Regelmäßigkeit des Weltlaufs und die Unveränderlichkeit des Weltganzen, während er die Veränderung des Einzelnen und Irdischen nicht leugnete. So schloß er aus den mitten im Lande und auf Bergen beobachteten Versteinerungen auf einen periodischen Wechsel zwischen einem flüssigen und einem festen Zustand des Erdkörpers. Beim Übergang aus dem festen in den flüssigen Zustand sollte das Menschengeschlecht mit seinen Wohnsitzen im Wasser versinken und bei der Wiederherstellung des Landes jedesmal von neuem aus dem Erdschlamm entstehen, eine Ansicht, die etwas an die berühmte Katastrophenlehre Cuviers erinnert.

Während Xenophanes die Veränderung der Dinge noch nicht vollständig leugnete, zog Parmenides die äußersten Konsequenzen der eleatischen Lehre. Trotzdem finden wir aber auch bei ihm Vorstellungen über die Entstehung der Dinge. Im zweiten Teil seines Lehrgedichts sucht er zu zeigen, welche Weltansicht sich ergeben würde, wenn man sich auf den Boden der gewöhnlichen Meinung von der Realität der Veränderungen stellt. Die erste Entstehung des Menschen müsse man sich dann als eine durch die Sonnenwärme verursachte Hervorbildung aus dem Erdschlamm vorstellen.

Eine Vermittlung zwischen den erwähnten Auffassungen Heraklits und der Eleaten bahnten die jüngern Naturphilosophen des fünften Jahrhunderts v. Chr. an. Sie leugneten mit den Eleaten die Existenz qualitativer Veränderungen, nahmen aber solche von quantitativer Natur an, indem sie alle Erscheinungen auf die Verbindung oder Trennung verschiedener Urstoffe zurückführten. Empedokles von Agrigent sah diese Urstoffe in den vier Elementen Wasser, Feuer, Luft und Erde, Anaxagoras in zahllosen qualitativ verschiedenen Samen, Leukipp und Demokrit in den nur quantitativ verschiedenen Atomen. Unter diesen Philosophen hat Empedokles für uns ein besonderes Interesse, weil er den ersten Versuch machte, die Zweckmäßigkeit der organischen Wesen rein mechanisch durch blind wirkende Kräfte zu erklären, so daß seine Lehre im gewissen Sinne als eine Vorahnung des Darwinschen Selektions- oder Zuchtwahlprinzips bezeichnet werden kann.

Die organischen Wesen entstanden nach Empedokles aus

dem Erdschlamm, zuerst die Pflanzen, dann die Tiere. Der heutigen Tierwelt ging eine Reihe unvollkommener Bildungen voraus. Zunächst sproßten einzelne Körperteile, einzelne Köpfe Arme, Augen und Beine aus dem Boden hervor und wurden durch die anziehende Kraft der Liebe ganz ohne Rücksicht auf Ziel und Zweck zusammengefügt. Dadurch bildeten sich höchst abenteuerliche Geschöpfe: Stiere mit Menschenköpfen, Menschen mit Stierköpfen, Tiere mit zwei Häuptern und doppelter Brust, doppelgeschlechtige Wesen und andere Mißgeburten. Diese vermochten sich aber nicht zu erhalten, sondern gingen an ihren unzweckmäßigen Einrichtungen zugrunde. Erst später entstanden organische Wesen, die sich erhalten und fortpflanzen konnten. Aber auch diese wurden nicht auf einmal fertig gebildet. Bei der Entstehung des Menschen z. B. warf das unterirdische Feuer zuerst unförmliche Klumpen aus Erde und Wasser empor, ohne Gliedmaßen, Geschlechtscharaktere und Sprache. Erst später gliederten sie sich und nahmen menschliche Gestalt an. Von den beiden Geschlechtern des Menschen entstanden die Männer als wärmere Naturen in den südlichen, die Weiber als kältere Naturen in den nördlichen Gegenden der Erde.

In diesen Lehren des Empedokles ist der Gedanke enthalten, daß die blinden Naturkräfte sowohl Zweckmäßiges als Unzweckmäßiges hervorbringen, daß aber nur das Zweckmäßige erhaltungs- und lebensfähig ist. Die Zweckmäßigkeit der organischen Wesen ist nach Empedokles nicht das Resultat einer Absicht, sondern die notwendige Folge davon, daß alles nicht Zweckmäßige zugrunde geht. Diese mechanische Erklärung der organischen Zweckmäßigkeit hat Darwin in seiner Selektionstheorie erneuert, indem er annimmt, daß der Kampf ums Dasein stets die ungünstigen Variationen ausmerzt und nur die günstigen am Leben läßt. Der Unterschied zwischen der darwinschen und der empedokleischen Auffassung besteht nur darin, daß Darwin Zweckmäßiges und Unzweckmäßiges gleichzeitig entstehen läßt, so daß eine Auswahl stattfinden kann, während Empedokles eine unzweckmäßige Tierwelt einer zweckmäßigen vorausgehen läßt. Beiden gemeinsam ist aber die Annahme, daß durch die blinden Naturkräfte sowohl Zweckmäßiges als Unzweckmäßiges entsteht und nur das Zweckmäßige sich erhält.

Wie Empedokles von Agrigent, so huldigten auch die Ato-

mistiker Leukipp und Demokrit einer mechanischen Naturauffassung. Sie kommt vor allem zum Ausdruck in dem Lehrsatz des Demokrit: „Nichts geschieht zufällig, sondern alles aus einem Grunde und mit Notwendigkeit.“ Die Atome Demokrits bewegen sich ausschließlich durch die blind wirkende Kraft der Schwere und nicht durch einen zwecktätig wirkenden Geist. Eine spezielle Anwendung seiner mechanischen Prinzipien auf die Erklärung der organischen Zweckmäßigkeit scheint jedoch Demokrit nicht versucht zu haben, wenigstens ist uns darüber nichts überliefert worden. Doch kannte er die zweckvolle Einrichtung der organischen Wesen und bewunderte sie besonders im menschlichen Körperbau. Er beschreibt nicht nur die Organe des Menschen nach Lage und Bau, sondern berücksichtigt auch ihre Bedeutung für das Leben des Menschen und hebt besonders bei den Sinnes- und Sprachwerkzeugen hervor, wie passend sie für ihre Tätigkeit eingerichtet sind. In biogenetischer Hinsicht lehrte auch er die Entstehung der Tiere und Menschen aus dem Erdschlamm.

Während Empedokles und die Atomistiker den Mechanismus verkündeten, vertrat ihr Zeitgenosse Anaxagoras die Teleologie. Die Elemente der Welt sind nach ihm unzählige qualitativ und quantitativ verschiedene Ursamen, denen ein bewußter intelligenter Geist, der Nus, gegenübersteht, der alles zweckmäßig gestaltet. Allerdings hat Anaxagoras den teleologischen Gedanken nur in Ausnahmefällen zur Erklärung der Einzelerscheinungen angewendet. Daher war Sokrates, wie wir aus Platos Phädo erfahren, entäuscht, als er das Buch des Anaxagoras las. Es hatte ihm jemand aus diesem Buche vorgelesen, daß die Vernunft die Ursache aller Dinge sei, und er freute sich, einen Lehrer gefunden zu haben, der ihm sagen werde, aus welchem vernünftigen Grunde die Erde flach oder rund sei und in der Mitte der Welt stehe und warum Sonne, Mond und Sterne ihre Geschwindigkeiten und Umwälzungen gerade so und nicht anders besitzen. Er wurde aber von dieser Hoffnung zurückgebracht, als er das Buch selbst las und sah, wie der Mann mit der Vernunft gar nichts anfing, sondern nur Luft, Äther und Wasser, also mechanische Kräfte zur Erklärung anführte. Und ebenso wie Sokrates macht Aristoteles dem Anaxagoras zum Vorwurf, daß er zwar den Geist als letzten Grund der Dinge setze, ihn aber nur als deus ex machina zu Hilfe nehme, d. h.

nur da, wo er die physikalischen Ursachen einer Erscheinung nicht anzugeben wisse.

In der Tat erklärt Anaxagoras die erste Entstehung der Lebewesen rein mechanisch. Tiere und Pflanzen gingen nach ihm aus dem Erdschlamm hervor, der durch Keime befruchtet wurde. Die Keime der gleich den Tieren beseelten Pflanzen kamen aus der Luft, die Keime der Tiere aus dem Äther. Die zweckmäßige Einrichtung der Organismen jedoch führt Anaxagoras auf sein teleologisches Prinzip zurück, auf die unmittelbare Gegenwart des Geistes. „In allem sind Teile von allem," sagt er, „außer dem Geist, in einigem aber ist auch der Geist. Was eine Seele hat, das größere und das kleinere, darin waltet der Geist." Hiermit tritt er in schroffen Gegensatz zu der empedokleischen Zweckmäßigkeitslehre. Empedokles und Anaxagoras vertreten also jenen Gegensatz zwischen mechanischer und teleologischer Naturauffassung, der sich durch die ganze Geschichte der Philosophie hindurchzieht, heute noch nicht geschlichtet ist und wahrscheinlich niemals geschlichtet werden wird.

Die Lehre des Anaxagoras wurde von Archelaos und Diogenes von Apollonia aufgenommen und modifiziert. Beide sahen das geistige teleologische Prinzip in der Luft. Diese ist ihnen als denkendes und vernünftiges Wesen die Ursache des Lebens und der zweckmäßigen Welteinrichtung. Diogenes bemühte sich zugleich, die zweckvolle Gestaltung der Natur im einzelnen nachzuweisen und bahnte damit jene empirisch-teleologische Richtung an, die in der zweiten Periode der griechischen Philosophie zur Herrschaft gelangte.

Bei den drei großen Denkern, die diese Richtung vertraten, Sokrates, Plato und Aristoteles, ist eine allmähliche Vervollkommnung und Läuterung in der Auffassung der Weltzweckmäßigkeit nicht zu verkennen. Sokrates huldigt noch einer rein äußerlichen, lediglich auf den Menschen bezüglichen Teleologie, bei Plato ist die Zweckmäßigkeit auf die Schönheit und Harmonie des Weltalls im ganzen gerichtet, und bei Aristoteles begegnet uns zum erstenmal der Begriff einer den Dingen selbst innewohnenden, immanenten Zweckmäßigkeit und Zwecktätigkeit.

Nach Sokrates steht die ganze Natureinrichtung im Dienste des Menschen. Die Sonne läßt uns durch ihr Licht die Tages-

zeiten und alles übrige erkennen. In der Nacht zeigen uns die Gestirne die Nachtzeiten an. Der Mond macht uns nicht nur die Teile der Nacht, sondern auch die des Monats kenntlich. Da wir der Ruhe bedürfen, gaben uns die Götter die Nacht als die schönste Zeit der Ruhe. Die Sonne nähert sich uns im Sommer, um die Früchte zur Reife zu bringen, aber wenn sie dies vollbracht hat, kehrt sie wieder um, damit sie uns nicht durch ihre allzu große Hitze schadet, und wenn sie wieder so weit sich entfernt hat, daß wir vor Kälte erstarren müßten, wenn sie noch weiter sich entfernte, kehrt sie abermals um. Sie entfernt und nähert sich allmählich, damit wir uns nach und nach an die größere Kälte und Hitze gewöhnen. Die Pflanzen wachsen als Nahrung für den Menschen aus dem Boden hervor, die Ziegen, Schafe, Rinder und Esel sind des menschlichen Nutzens wegen erschaffen worden. Das Wasser macht alle unsere Nahrung verdaulicher, gesunder und schmackhafter. Das Feuer dient als Schutzmittel gegen Kälte und Finsternis, sowie als Mitarbeiter bei jeder Kunst.

Ganz besonders preist Sokrates die zweckvolle Einrichtung der organischen Wesen und speziell des menschlichen Körperbaues, die er ebenso wie die Zweckmäßigkeit der Welt im großen nur teleologisch begreifen kann. Gott gab dem Menschen die Augen, um das Sichtbare zu sehen, die Ohren, um das Hörbare zu hören, die Nase zum Wahrnehmen der Gerüche, die Zunge als Richterin über das Süße und Scharfe und alle Annehmlichkeiten, die uns der Mund zuführt. Da die Augen zart sind, hat Gott sie mit Augenlidern wie mit einer Tür versehen, die sich beim Gebrauch öffnen, beim Schlaf schließen. Damit ihnen die Winde nicht schädlich werden, hat er ihnen als Sieb die Wimpern eingesetzt und die Gegend über den Augen mit Brauen wie mit einem Wetterdach versehen, damit ihnen auch der von der Stirn herabrinnende Schweiß nicht zusetze. Die Ohren sind so eingerichtet, daß sie alle Töne aufnehmen, ohne je davon voll zu werden. Den Mund hat Gott in die Nähe der Augen und der Nase versetzt, da er das aufnimmt, wonach die lebendigen Wesen verlangen; die Abzugsgänge dagegen hat er so weit als möglich von den Sinneswerkzeugen weggekehrt und entfernt, weil sie uns widerlich sind. Die Vorderzähne sind bei allen lebenden Wesen zum Schneiden eingerichtet, die Backzähne sind da, um

das, was sie von jenen empfangen, zu zermalmen. Gott hat dem Menschen den Trieb gegeben, Kinder zu zeugen, den Müttern den Trieb, die Kinder aufzuziehen, den Erzogenen die größte Liebe zum Leben und die größte Furcht vor dem Tode eingeflößt.

Im Vergleich mit den übrigen organischen Wesen leben die Menschen wie Götter, indem sie ihrer ganzen geistigen und körperlichen Anlage nach jene übertreffen. Der Mensch allein erhielt von allen lebenden Wesen die aufrechte Stellung, die ihn fähig macht, daß er weiter in die Ferne sehen und das, was über ihm ist, besser betrachten und sich besser dem Ungemach entziehen kann. Die andern Tiere haben Füße erhalten, die nur das Gehen möglich machen, der Mensch hat auch noch Hände erhalten, die das meiste zustande bringen, was wir vor den Tieren voraus haben. Während alle lebenden Wesen eine Zunge besitzen, haben die Götter nur die des Menschen so geschaffen, daß sie die Stimme gliedert und alles ausdrückt, was wir uns untereinander mitteilen wollen. Bei den übrigen lebenden Wesen haben die Götter den Genuß der Liebe auf eine gewisse Jahreszeit beschränkt, uns dagegen gewähren sie ihn ununterbrochen bis zum Greisenalter. Auch die vorzüglichste Seele hat die Gottheit dem Menschen gegeben. Kein anderes Wesen kann die Götter erkennen und sie verehren. Keine andere Seele ist fähiger als die menschliche, sich gegen Hunger und Durst, gegen Kälte oder Wärme zu schützen, Krankheiten zu heilen, die Körperkraft zu üben, zum Lernen sich anzustrengen und im Gedächtnis zu behalten, was sie gehört oder gesehen oder gelernt hat.

Alle diese Vorzüge des Menschen wie die ganze zweckvolle Einrichtung der Natur lassen nach Sokrates darauf schließen, daß im Weltall eine höchste göttliche Vernunft waltet, die nach Art eines menschlichen Künstlers wirksam ist und alles zum Wohl des Menschen eingerichtet hat. Gegenüber dieser Endursache sind die wirkenden Ursachen unbedeutend und gleichgültig, nur die Bedingungen für das Wirken der Endursache. Bei jedem Dinge ist die Ursache etwas anderes als jenes Moment, ohne das die Ursache nicht Ursache sein könnte. In seinem schon erwähnten Urteil über Anaxagoras führt sich Sokrates selbst als Beispiel an, um diesen Unterschied zu beleuchten. Es ist ungereimt, führt er aus, zu sagen, die Ursache, weshalb ich hier im Gefängnis sitze, sei, daß mein Leib aus Knochen und Sehnen be-

steht, daß die Knochen dicht und durch Gelenke voneinander geschieden, die Sehnen aber so eingerichtet sind, daß sie angezogen und nachgelassen werden können und die Knochen umgeben samt dem Fleisch und der Haut, die sie zusammenhält. Da nun die Knochen in ihren Gelenken schweben, so machten die Sehnen, wenn ich sie nachlasse und anziehe, es möglich, daß ich jetzt meine Glieder bewegen kann, und aus diesem Grunde säße ich jetzt hier mit gebogenen Knieen. Wenn einer aber sagte, daß ohne Sehnen und Knochen usw. ich nicht imstande sein würde, das auszuführen, was mir gefällt, der würde recht haben.

Da nun die mechanischen Kräfte nicht die eigentlichen Ursachen der Erscheinungen, sondern nur die Bedingungen für das Wirken der Endursachen sind, so denkt Sokrates geringschätzig von der Disziplin, die sich mit der Erforschung der mechanischen Kräfte beschäftigt, der Naturwissenschaft. Denn wie Xenophon erzählt, redete er nicht wie die meisten über die Natur des Weltalls, sondern hielt sogar die, welche darüber nachgrübelten, für töricht. Er fragte sie, ob sie das Gelernte im eigenen oder im Interesse anderer im Leben zu verwerten beabsichtigten, ob sie hofften, einmal, wenn sie erkannt hätten, welche Naturgesetze alles beherrschten, nach eigenem Gutdünken Winde, Regen, Jahreszeiten machen zu können. Denn in seinen Augen hatte die Wissenschaft nur insoweit Wert, als sie praktisch anwendbar ist. In seiner Jugend hatte er allerdings ein sehr großes Bestreben nach der Naturkunde, und es dünkte ihm etwas Herrliches, die Ursache von allem zu wissen, wodurch alles entsteht und vergeht, ob es das Blut ist, wodurch wir denken, oder die Luft oder das Feuer oder ob das Gehirn uns alle Wahrnehmungen hervorbringt. Er kam sich aber am Ende zu diesen Untersuchungen so ungeschickt wie möglich vor, und selbst in dem, was er vorher schon genau wußte, erblindete er nun so sehr, daß er auch das verlernte, was er vorher zu wissen glaubte. Daher ging er auch nicht aus den Mauern der Stadt heraus, um die Felder und Blumen zu sehen, die ihm doch nichts lehren konnten. So ist es erklärlich, daß Sokrates außer seinen allgemeinen teleologischen Betrachtungen keine Ansichten über die Entstehung der Welt und der Organismen entwickelt hat.

Der Schüler des Sokrates, Plato, übernahm von seinem Lehrer die teleologische Naturansicht. Doch bezeichnet Platos Teleologie

insofern einen Fortschritt gegenüber der sokratischen, als nach ihr die Naturzwecke nicht nur auf das Wohl des Menschen, sondern auf die Schönheit, Harmonie und Ordnung des Weltganzen gerichtet sind. Andrerseits freilich tritt auch bei Plato die rein äußerliche, auf den Menschen bezügliche Teleologie noch vielfach hervor. So sind nach ihm die Pflanzen und Tiere um des Menschen willen gebildet worden, jene zu seiner Nahrung, diese als Aufenthaltsorte für solche Menschenseelen, die sich ihrer höhern Bestimmung unwürdig gemacht haben.

Die zwecktätig wirksamen schöpferischen Kräfte sind nach Plato die Ideen, d. h. die realen Wesenheiten der Begriffe. Doch hat er diesen Gedanken nicht wirklich durchgeführt und schließlich im Timäos die Weltbildung einem einzigen Demiurgos zugeschrieben. Dieser Schöpfer war gut und wollte, daß alles ihm selbst so ähnlich wie möglich werde. Daher führte er das in unregelmäßiger und ungeordneter Bewegung Befindliche aus der Unordnung zur Ordnung und machte die Welt zu einem beseelten, mit Vernunft begabten lebendigen Wesen, zu einem Abbild des höchsten Urbildes, zu einem sinnlich wahrnehmbaren Gott.

Nachdem der Schöpfer die einzelnen Weltkörper gebildet hatte, befahl er den Gestirnen als den gewordenen Göttern, die sterblichen Wesen zu erzeugen, ohne die die Welt unvollkommen bleiben würde. Gott selbst durfte sie nicht erzeugen, denn dann würden sie den Göttern gleichen und unsterblich sein. Nur die Keime der sterblichen Wesen konnte er den gewordenen Göttern geben. Und so bildete er denn als solche Keime die unsterblichen Seelen und verteilte sie auf die Fixsterne. Von dort aus zeigte er ihnen die Natur des Alls und verkündete die ihnen vom Schicksal bestimmten Gesetze. Sie würden zunächst in den Körper eines Mannes aufgenommen werden und dann entweder auf die Sterne zurückkehren und dort ein ewiges seliges Leben führen oder in den Körper eines Weibes oder Tieres verbannt werden, je nachdem sie sich ihrer höhern Bestimmung würdig oder unwürdig gezeigt hätten. Darauf säte Gott die einzelnen Seelen auf die Erde, den Mond und die Planeten aus, und nun kamen die gewordenen Götter dem Befehl des Weltenschöpfers nach und bildeten den Körper des Mannes und den sterblichen Teil seiner Seele. Mit beiden verbanden sie die vom Schöpfer gelieferte unsterbliche Seele. Sie setzten sie in den Kopf, dem sie kugel-

förmige Gestalt und die oberste Stellung gaben, da er über den ganzen Körper herrschen sollte. Die sterbliche Seele brachten sie in ihrem bessern Teil, dem Mut, zwischen Zwerchfell und Nacken, in ihrem schlechtern Teil, dem Begehrlichen, zwischen Zwerchfell und Nabel an.

Die einzelnen Organe des menschlichen Körpers wurden zu bestimmten Zwecken gebildet. So hat uns Gott mit dem Gesicht beschenkt, damit wir die Umkreisungen am Himmel sähen und darnach die Umläufe des Denkens in uns richteten. Ebenso dienen Stimme und Gehör dazu, den unregelmäßig gewordenen Umlauf der Seele in uns zur Ordnung und Übereinstimmung mit sich selbst zurückzuführen. Die Knochen wurden zum Schutze des Gehirns und Markes gebildet, das Fleisch als Abwehrmittel gegen die Hitze, sowie als Schutz gegen die Kälte und beim Fallen. Die Haare dienen zur Bedeckung des Gehirns und gewähren im Sommer wie im Winter geeigneten Schatten und Schutz. Die Leber entstand als Organ der Weissagung. Das ihr benachbarte Eingeweide ist mit einem für einen Spiegel verfertigten und stets in Bereitschaft liegenden Abwischtuch zu vergleichen, das die Oberfläche der Leber stets glänzend und rein erhalten soll. Die Gedärme wurden rings im Kreise herumgewickelt, damit die Nahrung nicht zu schnell durch den Körper hindurchgehe und ihn nötige, häufig neue Nahrung in sich aufzunehmen, wodurch das ganze Geschlecht der Liebe zur Wissenschaft und Kunst entfremdet würde.

Nachdem so die wichtigsten Teile des sterblichen Wesens zusammengefügt waren, erzeugten die Götter die Pflanzen als Nahrung für den Menschen. Auch die Pflanzen sind lebende Wesen und haben eine Seele, die aber keine Vernunft und Überlegung, sondern nur Empfindung und Begierden besitzt. Sodann durchzogen die Götter den menschlichen Körper mit Kanälen, indem sie wie in einem Garten Gräben führten, damit er gleichsam von einem zuströmenden Flusse bewässert werde und die Nahrung allen Teilen zugute kommen könne. Damit war die Bildung des Mannes vollendet.

Das menschliche Weib und die Tiere gingen aus den Männern hervor, deren Seele nicht zur Rückkehr auf den Fixstern für würdig befunden wurde. Je größer ihre Verfehlung war, desto tiefer stand das Wesen, dessen Gestalt sie annahmen.

Die Männer, die feige waren und ihr Leben in Ungerechtigkeit hinbrachten, wurden bei der zweiten Entstehung in Weiber umgeschaffen. Gleichzeitig schufen die Götter den Zeugungstrieb, indem sie ein mit Leben begabtes Wesen, den Samen, in den Männern, ein anderes, nach Kinderzeugung begieriges, die Scheide und Gebärmutter, in den Weibern erzeugten. Die Vögel gingen durch Umgestaltung aus den Männern hervor, die zwar nicht schlecht, aber leicht waren, mit Überirdischem sich zwar beschäftigten, aber der Meinung waren, daß die Erklärungen der Dinge durch das Gesicht die zuverlässigsten seien. Die Landtiere entstanden aus den Männern, die durchaus keine Liebe zur Weisheit hatten und nie Beobachtungen über die Natur des Himmels anstellten. Sie wurden vierfüßig und vielfüßig, indem Gott denen, die unverständiger waren, mehr Stützpunkte unterschob, damit sie noch mehr zur Erde gezogen würden. Die Unverständigsten von diesen wurden ohne Füße und auf der Erde sich fortwindend gezeugt, also in Würmer verwandelt. Die Wassertiere endlich entstanden aus den Allerunvernünftigsten und Unwissendsten, die die Götter nicht einmal mehr des reinen Atmens der Luft würdigten, sondern in die trübe und tiefe Einatmung des Wassers stießen.

In diesen phantastischen und von Plato selbst wohl teilweise nur als Mythus aufgefaßten Ansichten kommt die naive, auf den Menschen bezügliche Teleologie des Sokrates wieder zum Durchbruch und verdunkelt Platos geläuterte Auffassung, nach der Pflanzen und Tiere unentbehrlich sind, um die Vollkommenheit der Welt zu ermöglichen.

Weit entschiedener als Plato weiß sich sein Schüler Aristoteles von der naiv-anthropozentrischen Zweckvorstellung zu befreien. Seine Teleologie erhebt sich bedeutend über die seiner Vorgänger, indem sie den Begriff der den Dingen immanenten Zwecktätigkeit einführt und damit die höchste Vollendung und Läuterung erfährt, die die teleologische Weltansicht im Altertum überhaupt erfahren hat.

Aristoteles unterscheidet klar zwischen Endursache und notwendiger Ursache, zwischen Zwecktätigkeit und Naturnotwendigkeit. Die Endursache eines Dinges ist nach ihm die Form, d. h. der Begriff, das Wesen oder der Zweck des Dinges. Die Form ist zugleich bewegende und zwecktätige Kraft.

Die Natur kann jedoch bei ihren Schöpfungen gewisser stofflicher Mittel nicht entbehren, sie bedarf des Stoffes zur Verwirklichung der Naturzwecke. Der Stoff ist aber zugleich auch die Ursache der blinden Naturnotwendigkeit und der Grund aller von der Zwecktätigkeit unabhängigen und ihr widerstrebenden Erscheinungen.

Aristoteles vernachlässigt die blinde Notwendigkeit bei seiner Naturbetrachtung durchaus nicht, er verlangt vielmehr ausdrücklich, daß der Naturforscher sowohl die physikalischen als auch die Endursachen nachweise. Aber die physikalische Ansicht der Dinge, die die stofflichen Ursachen und ihre Gesetze ins Auge faßt, genügt ihm nicht, die stofflichen Ursachen sind ihm bloße Zwischenursachen, bloß die Mittel und unerläßlichen Bedingungen der Erscheinungen; über ihnen stehen die Endursachen, über der materiellen Notwendigkeit steht die Zwecktätigkeit der Dinge, über der physikalischen Naturerklärung die teleologische. Denn das Wesen der Natur ist die Form und nicht der Stoff, und der Endzweck der Welt kann nur die reine stofflose Form sein, die Gottheit.

Sehr klar hat Aristoteles seine Auffassung über das Verhältnis der physikalischen und teleologischen Kräfte in seinen Erörterungen über die Ursachen des Ausfallens der Vorderzähne und des Nichtausfallens der Mahlzähne entwickelt. Er bekämpft hier die Ansicht Demokrits, daß die Vorderzähne ausfallen, weil sie wegen des Saugens vorzeitig entstehen. Die Zähne, meint Aristoteles, entstehen durchaus nicht zu früh, denn wenn die Ernährung durch die Milch vorüber ist, müssen die Tiere Werkzeuge zur Verarbeitung der Nahrung haben. Die Vorderzähne fallen vielmehr aus, weil sich ihre Schärfe leicht abnutzt und andere an ihre Stelle treten müssen, um die Arbeit zu verrichten, während die Mahlzähne sich nicht abstumpfen. Dies ist die Endursache des Ausfallens der Vorderzähne. Das Ausfallen ist allerdings auch mechanisch notwendig, da die Vorderzähne in einem dünnen Knochen stecken und daher schwach und leicht beweglich sind, während die Mahlzähne in dem breiten Teil der Kinnlade und in einem starken Knochen stecken. Ebenso ist das Wiederwachsen der Vorderzähne mechanisch notwendig, weil sie zu einer Zeit entstehen, wo der Knochen noch wächst. Aber dies sind nur die Bedingungen des Ausfallens und Wiederwachsens der Zähne, nicht

die eigentlichen Ursachen, die in dem Zweck und Ziel bestehen und sich der mechanischen Kräfte nur als Werkzeuge bedienen, wie in der Schmiedekunst sich der Mensch des Hammers und des Amboßes bedient. Führt man mit Demokrit nur die Notwendigkeit als Ursache auf, so ist dies nach Aristoteles dasselbe, als wenn man glaubt, daß das Wasser bei einem Wassersüchtigen ausfließt wegen des Messers, nicht aber wegen der Wiederherstellung der Gesundheit, um derentwillen das Messer den Schnitt macht.

Als echter Naturforscher sucht Aristoteles den Erfahrungsbeweis für die Zwecktätigkeit der Natur und die Existenz zwecktätiger Kräfte anzutreten. Er findet ihn in der zweckmäßigen Einrichtung, Harmonie und Ordnung der Welt. Cicero hat uns eine schöne Stelle aus den populären Schriften des Aristoteles überliefert, in der der teleologische Gottesbeweis mit großer Klarheit entwickelt wird. Sie lautet wie folgt:

„Man denke sich Menschen von jeher unter der Erde wohnen in guten und hellen Behausungen, die mit Bildsäulen und Gemälden geschmückt und mit allem wohl versehen sind, was den gewöhnlich für glücklich Gehaltenen zu Gebote steht, sie sind nie auf die Oberfläche der Erde hinaufgekommen, haben jedoch durch eine dunkle Sage vernommen, daß es eine Gottheit gebe und Götterkraft; wenn diesen Menschen einmal die Erde sich auftäte, daß sie aus ihren verborgenen Sitzen aufsteigen könnten zu den von uns bewohnten Bezirken und sie nun hinausträten und plötzlich die Erde vor sich sähen und die Meere und den Himmel, die Wolkenmassen wahrnähmen und der Winde Gewalt; wenn sie dann aufblickten zur Sonne, ihre Größe und Schönheit wahrnähmen und auch ihre Wirkung, daß sie es ist, die den Tag macht, indem sie ihr Licht über den ganzen Himmel ergießt, wenn sie dann, nachdem Nacht die Erde beschattete, den ganzen Himmel mit Sternen besetzt und geschmückt sähen, und wenn sie das wechselnde Mondlicht in seinem Wachsen und Schwinden, aller dieser Himmelskörper Auf- und Niedergang und ihren in alle Ewigkeit unverbrüchlichen und unveränderlichen Lauf betrachteten, wahrlich dann würden sie glauben, daß wirklich Götter sind und diese gewaltigen Werke von Göttern ausgehen."

Hier ist es die Schönheit und Harmonie der unorganischen Natur, aus der Aristoteles die Existenz der zwecktätig wirksamen

Kräfte erschließt. Noch vollständiger aber sieht er die in der ganzen Welt waltende Zweckmäßigkeit in den organischen Wesen verkörpert. In seinen zoologischen Schriften, besonders in dem Buch über die Teile der Tiere versucht er zu zeigen, daß jedes Tier seiner Lebensweise entsprechende Organe besitzt und jedes Organ genau so beschaffen ist, wie es beschaffen sein muß, um seiner Bestimmung am besten zu genügen.

Der Elefant hat einen Rüssel erhalten, weil er zugleich Land- und Sumpftier ist. Als Sumpftier muß er im Wasser Nahrung zu sich nehmen, als Landtier muß er atmen. Da er aber seiner übermäßigen Größe wegen den Wechsel aus dem Flüssigen zum Trocknen nicht schnell genug bewerkstelligen kann, so bildete die Natur ihm die Nase zu solcher Länge aus, daß er sie durch das Wasser hindurch in die Höhe halten und auf diese Weise atmen kann.

Die spitzzähnigen Tiere haben einen weitgespaltenen Mund, denn da ihre Stärke im Beißen liegt, so bedürfen sie einer weiten Aufsperrung des Mundes, indem sie an um so zahlreichern Stellen und um so kräftiger beißen, je weiter der Mund geöffnet ist. Dagegen haben die Tiere, die den Mund nicht zum Beißen, sondern nur zur Nahrungsaufnahme, zum Atmen und zum Sprechen besitzen, einen engern Mund.

Der Schnabel der Vögel ist nach der Art der Nahrung verschieden gestaltet. Die Fleischfresser haben einen gekrümmten Schnabel, der zum Erfassen und Überwältigen der Beute brauchbar ist. Bei den Spechten und Raben ist der Schnabel kräftig und fest, bei den kleinen Vögeln zierlich zum Auflesen der Körner und zum Erhaschen der kleinen Tiere. Die Kräuterfresser und die auf stehenden Gewässern lebenden Vögel haben oft platte Schnäbel, mit denen sie leichter wühlen und die Nahrung herausziehen und abrupfen können. Die Vögel, die ihre Nahrung aus der Tiefe heraufholen müssen, haben lange Schnäbel und Hälse. Die Wurzelfresser haben geschärfte Schnabelränder, was ihnen die Nahrungsaufnahme erleichtert.

Delphine und Haifische haben das Maul an der Unterseite des Körpers, so daß sie sich bei der Nahrungsaufnahme auf den Rücken werfen müssen. Der Nutzen dieser Einrichtung besteht darin, daß andere Tiere ihnen leichter entgehen können, da es mit dem Umwerfen langsam geht, und daß die Fische sehr bald

an Überfüllung zugrunde gehen würden, wenn sie ihre Beute leichter erhaschen könnten.

In ähnlicher Weise sieht Aristoteles in den gewundenen Därmen und in dem Besitz von Hoden Schutzmittel der Tiere gegen Unmäßigkeit. Die Tiere mit geraden Därmen sind gieriger, als die mit gewundenen, und ebenso sind die Tiere, die keine Hoden haben, oder bei denen die Hoden sich im Innern des Körpers befinden, schneller in der Vollziehung der Begattung. Denn die Hoden verlangsamen die Bewegung des Samens und bewirken daher, daß der Drang zur Begattung nicht zu gierig und eilig ist.

Die Hörner der Tiere wurden passend am Kopf angebracht, denn wenn sie irgend wo anders am Leibe wüchsen, würden sie lästig werden, ohne irgendwie nützlich zu sein. Am Kopf reichen die Stöße am weitesten von allen Teilen, an denen die Hörner sitzen könnten.

Die Schlangen können ihren Kopf nach hinten wenden, während der übrige Körper ruht. Dies ist insofern sehr zweckmäßig, als ihr langer und fußloser Körper unfähig ist, sich umzudrehen und auf das, was hinter ihnen vorgeht, zu achten; es würde zu nichts nützen, wenn sie den Kopf zwar heben, aber nicht wenden könnten.

Einige Insekten haben besonders lange Vorderbeine, damit sie mit ihnen die in ihre trockenen und schlecht sehenden Augen fallenden Dinge abwischen können.

Ganz besonders zweckmäßig ist auch der Mensch organisiert. Seine Augenbrauen schützen die Augen gleich einem Wetterdach vor der vom Kopf herabtriefenden Feuchtigkeit. Die Augenwimpern halten gleich Pallisaden Fremdkörper vom Auge ab. Im Gebiß des Menschen sind die Vorderzähne scharf zum Schneiden, die Backzähne platt zum Zermalmen.

Die Gestalt der menschlichen Hand ist ihrer Natur angemessen gebaut. Sie ist gegliedert und daher schließbar. Die Fingergelenke zeigen zum Ergreifen ein vortreffliches Verhalten. Ein Finger, der Daumen, steht zur Seite, er ist kurz und dick, und ohne ihn wäre kein Ergreifen möglich. Er drückt von unten nach oben, wie die übrigen Finger von oben nach unten. Er ist kurz der Stärke wegen und weil es zu nichts frommte, wenn er lang wäre. Der letzte Finger ist mit Recht klein und der mittelste

lang, wie das mittlere Ruder am Schiff, da das zu Ergreifende vor allem rings in der Mitte umfaßt werden muß. Die Nägel sind vortrefflich geformt, indem sie eine Schutzdecke für die Fingerspitzen bilden.

Der Mensch hat von allen Wesen im Verhältnis zu seinem Körper die größten Füße, denn er allein steht aufrecht, so daß die Füße das ganze Gewicht des Körpers tragen müssen. Die Länge der Zehen verhält sich bei den Füßen umgekehrt wie bei den Händen. Denn die Funktion des Fußes ist nicht, zu ergreifen und zu drücken, sondern sicher aufzutreten. Die Spitze des Fußes ist jedoch zweckmäßiger gespalten als ungespalten, da bei der Verletzung eines Teiles sonst das Ganze leiden würde. Nägel sind bei den Füßen aus demselben Grunde vorhanden wie bei den Händen, wegen ihrer Zartheit müssen die Spitzen der Finger und Zehen am meisten geschützt werden.

Der Mensch ist das einzige Tier, das Fleisch an den Beinen hat. Die Ursache dieser Einrichtung sieht Aristoteles in der aufrechten Stellung. Damit die obern Teile leicht seien, hat die Natur das Massige von ihnen weggenommen und die Last nach den untern Teilen verlegt, indem sie das Gesäß, die Oberschenkel und Waden fleischig machte. Zugleich hat sie das Gesäß zum Sitzen geeignet gebaut, denn der Mensch kann nicht wie die Vierfüßler unermüdlich stehen, sondern bedarf des Sitzens.

Die Zweckmäßigkeit in der organischen Natur äußert sich ferner darin, daß den Hauptorganen, die dem Lebenszweck unmittelbar dienen, andere Organe zum Schutz und zur Erhaltung beigegeben sind, wobei den edelsten und schwächsten Organen stets der stärkste Schutz verliehen wird. So ist z. B. das Fleisch das unmittelbare Werkzeug der empfindenden Seele, während Knochen, Sehnen, Adern, Haut, Haare und Nägel nur um seinetwillen da sind. Auch stellt die Natur Organe von entgegengesetzter Beschaffenheit nebeneinander, um ihre Wirkungen gegenseitig zu mäßigen und zu ergänzen. In diesem Verhältnis stehen z. B. Herz und Gehirn zueinander.

Die Natur ist ferner haushälterisch in ihren Mitteln, sie verschwendet nichts. Selbst die Abfälle des tierischen Lebens gebraucht sie oft zu nützlichen Zwecken, wie z. B. den Saft des Tintenfisches als Verteidigungsmittel.

Wenn die Natur mit einem einzigen Organ ausreichen kann,

so verwendet sie nicht mehrere zu demselben Zwecke. Den verschiedenen Tieren sind verschiedene Schutzmittel verliehen, den Zweihufern Hörner, den Raubtieren Krallen, dem Kamel Größe, dem Pferd Schnelligkeit, dem Bonasus widerliche Exkremente. Vögel, die einen Sporn haben, besitzen nicht zugleich gebogene Krallen; Kiemen und Lungen sind niemals gleichzeitig in demselben Tier vorhanden. Die Tiere mit vollständigem Gebiß, wie Mensch, Hund, Löwe und Pferd haben nur einen einzigen Magen, dagegen haben die Tiere mit mehreren Mägen, wie Schaf, Ochse, Ziege und Hirsch, ein unvollständiges Gebiß. Die Vögel haben einen Kropf oder eine erweiterte Speiseröhre oder vorn am Magen einen angeschwollenen Teil, in dem sie die unzerkleinerte Nahrung vorläufig aufnehmen oder eine entsprechende Vergrößerung des Magens selbst, oder einen festen und fleischigen Magen, damit er die Nahrung längere Zeit aufzubewahren oder zu verdauen imstande sei, dafür aber keine Zähne. Kein Tier hat zugleich spitze Zähne und Hauer.

Während also die Natur niemals mehrere Organe zu demselben Zweck anlegt, benutzt sie vielfach ein und dasselbe Organ zu mehreren Zwecken. So hat der Mund neben der Nahrungsaufnahme noch verschiedene andere Verrichtungen, wie die Atmung, das Sprechen und die Verteidigung zu besorgen. Die Zunge dient sowohl dem Schmecken wie dem Sprechen. Die Hand wird je nach der Verwendung zur Klaue, zum Huf, zum Horn, zum Spieß und Schwert und zu jeglicher andern Wehr und Waffe, weil sie alles ergreifen und halten kann. Die Brüste des Weibes dienen zum Säugen und als Schutz für die Herzgegend. Der Rüssel des Elefanten erfüllt die Funktion des Atmens nicht weniger als die des Ergreifens der Nahrung. Die Schwänze der Tiere werden zu den verschiedensten Zwecken verwendet.

Die Sparsamkeit der Natur äußert sich auch darin, daß sie bei stärkerer Entwicklung eines Körperteils einen andern verkürzt, daß sie dem einen nimmt, was sie dem andern gibt. Sie wirtschaftet gewissermaßen mit einer begrenzten Stoffmenge, mit der sie ausreichen muß. Daher kommt es, daß Hörner und doppelte Zahnreihen nie bei demselben Tier vereinigt sind, daß bei langschwänzigen Tieren die Schwanzhaare kürzer, bei kurzhaarigen länger sind, daß Magere ein größeres Zeugungsver-

mögen haben als Beleibte, daß der am ganzen Leibe dicht behaarte Bär einen verkümmerten Schwanz besitzt, daß die mit einem Schwanz versehenen Säugetiere keine fleischigen Beine haben wie der schwanzlose Mensch und daß die mit dicker Haut versehenen Haifische kein Knochen-, sondern nur ein Knorpelsklett besitzen.

Die Natur verwendet ferner die ihr zur Verfügung stehenden Stoffe in der zweckmäßigsten Weise, indem sie die vornehmsten und dem eigentlichen Mittelpunkt des Lebens nahestehenden Körperteile aus der reinsten und ersten Nahrung, die weniger wichtigen und um jener willen vorhandenen Teile aber aus den Überbleibseln und Ausscheidungen bildet. Aristoteles vergleicht den Haushalt der Natur mit der Hauswirtschaft des Menschen, wo von der zu Gebote stehenden Nahrung der beste Teil für die Freien, der schlechtere und das Überbleibsel für die Diener, der schlechteste für die Haustiere bestimmt ist.

Auch darin handelt die Natur wie ein vernünftiger Mensch, daß sie die Teile nur denen verleiht, die sie gebrauchen können. So sind die zur Abwehr und zum Angriff dienenden Organe wie Stacheln, Sporen, Hörner und Hauer auf das männliche Geschlecht beschränkt oder hier doch besser entwickelt, da das Männchen stärker und mutiger ist als das Weibchen und allein die Waffen zu führen vermag.

Selbst in solchen organischen Bildungen, für die sich kein bestimmter Nutzen nachweisen läßt, ist nach Aristoteles die Zweckmäßigkeit der Natur nicht zu verkennen. Denn der Zweck kann auch in der Gestalt als solcher, in ihrer Symmetrie und Vollkommenheit liegen. Aus diesen Gründen hat die Natur manchen Tieren Organe verliehen, deren sie zur Lebenserhaltung nicht bedürfen. Obgleich die Hirschkühe kein Geweih haben, fehlen ihnen doch die obern Vorderzähne ebenso wie den männlichen Hirschen, weil der Mangel der obern Schneidezähne zur Vollkommenheit der Hirschgattung gehört. Bei gewissen Krebsen haben auch die Weibchen Scheren, weil sie einer Gattung angehören, die Scheren besitzt, obgleich nur die Männchen sie als Waffe verwenden können. Der Affe hat einen Schwanzansatz, da der Besitz des Schwanzes eine allgemeine Eigenschaft der Säugetiere ist. Die Milz, die nur den lebendig gebärenden Tieren notwendig ist, ist doch bei allen Tieren als eine Art Gegengewicht

zur Leber wenigstens andeutungsweise vorhanden, da die Leber mehr auf der rechten Seite liegt und ihr auf der linken ein anderes Organ entprechen muß. Überhaupt kommen alle Organe doppelt vor, selbst die, welche anscheinend nur einfach vorhanden sind, weil der Körper unter dem Gegensatz des Oben und Unten, des Vorn und Hinten, des Rechts und Links steht.

Es ist ein reiches empirisches Material, das Aristoteles hier zusammengetragen hat, um die vorherrschende Zweckmäßigkeit in der organischen Natur zu erweisen. Und wie die zweckvolle Einrichtung der anorganischen Welt ihm für das Dasein der Götter spricht, so glaubt er auch aus der organischen Zweckmäßigkeit das Wirken teleologischer Kräfte ableiten zu müssen. Doch geht er an der entgegengesetzten mechanischen Auffassung nicht achtlos vorüber, sondern legt sie mit großer Unparteilichkeit dar. In seiner Physik bezeichnet er es als schwierig, die Unrichtigkeit der Ansicht zu erweisen, daß die Natur nicht eines Zweckes wegen und ohne Rücksicht auf das Bessere tätig sei. Zeus regnet ja nicht, damit er das Getreide wachsen mache, sondern durch Notwendigkeit, denn die aufgestiegene Ausdünstung muß erkalten, und das Erkaltete muß, zu Wasser geworden, wieder herabkommen. Und wenn dies geschehen ist, so ergibt sich das Wachsen des Getreides von selbst. Ebenso regnet es nicht, um das Getreide in der Scheune verderben zu lassen, sondern das Getreide verdirbt, weil es regnet. Was steht dem nun im Wege, fragt Aristoteles, anzunehmen, daß es sich in der organischen Natur ebenso verhalte, daß z. B. die Zähne durch Notwendigkeit hervorkommen, die vordern schneidig und tauglich zum Zerteilen, die Backzähne breit und brauchbar zum Zermalmen der Nahrung, daß sie nicht um dieser Zwecke willen so werden, sondern daß dies nebenbei erfolge? Und warum sollte es sich nicht mit den übrigen Teilen, bei denen das um eines Zweckes willen Wirkende vorhanden zu sein scheint, ebenso verhalten? Warum sollte man ferner nicht annehmen, daß die Dinge, bei denen alles einzelne gerade so sich ergab, als wenn es um eines Zweckes willen entstände, nachdem sie grundlos von selbst in tauglicher Weise sich gebildet hatten, sich auch erhalten haben, während die, bei denen dies nicht der Fall war, zugrunde gingen, wie die männergesichtigen Stiere des Empedokles?

Hier ist die mechanische Lösung des Zweckmäßigkeits-

problems klar präzisiert. Aber Aristoteles verwirft diese Lösung. Sie könnte seiner Ansicht nach nur dann richtig sein, wenn die Zweckmäßigkeit der Naturerzeugnisse bloß als Ausnahmefall vorkäme. Da sie aber die Regel ist, so kann sie nicht auf Zufall zurückgeführt werden. Denn der Zufall schafft immer nur das, was vereinzelt und ausnahmsweise vorkommt; wo wir es daher mit einer regelmäßigen Natureinrichtung zu tun haben, müssen wir sie als eine von der Natur angestrebte, als einen Naturzweck betrachten.

Aber damit ist nicht gesagt, daß die Natur in allen Fällen ihre Zwecke auch wirklich erreicht. Denn ihre zwecktätige Kraft erfährt Hemmungen durch den Stoff, der von der Form nicht ganz überwältigt werden kann, der verhindert, daß das Seiende reine Form, reiner Begriff ist und ein Verfehlen des von der Natur ursprünglich verfolgten Zwecks bewirkt, ein Stehenbleiben der Natur auf einer unvollendeten Stufe, eine Mißgeburt.

Ein Verfehlen des Naturzwecks ist es nach Aristoteles schon, wenn die Kinder den Eltern, namentlich dem Vater, nicht gleichen. Alles Weibliche ist im Vergleich mit dem Männlichen unvollendet, weil die formende Kraft des Mannes den vom Weibe genommenen Stoff nicht zu überwältigen vermochte. Auch alle Tiere sind unvollendete Versuche der Natur, den Menschen hervorzubringen, eine dem Zustand des Kindes analoge Entwicklungsform. Auf einer noch tiefern Stufe sind die Pflanzen und auf der tiefsten die unorganischen Naturkörper, die Steine, stehen geblieben. So offenbart uns die irdische Natur eine Stufenleiter von Niederem zu Höherem, eine stufenweise Überwindung des Stoffes durch die Form, ein ewiges Formwerden des Stoffes. Je mehr der Stoff durch die Form besiegt wird, desto größer ist die Vollkommenheit und Zweckmäßigkeit.

Aristoteles hat in seinen zoologischen Schriften, allerdings nicht im Zusammenhang, sondern an verschiedenen zerstreuten Stellen, die Idee der Stufenleiter im einzelnen darzulegen versucht. Am vollständigsten hat er ihr in folgenden Sätzen seiner Tiergeschichte Ausdruck verliehen: „Von den unbeseelten Dingen geht die Natur zu den Tieren so allmählich über, daß es durch den Zusammenhang verborgen bleibt, zu welcher von beiden das sie Trennende und in der Mitte Stehende gehört. Denn nach den unbeseelten Dingen folgt zuerst das Geschlecht der Pflanzen,

und unter diesen unterscheidet sich eine von der andern, indem sie mehr Lebensgehalt zeigt; im Verhältnis zu den leblosen Dingen wie beseelt erscheinend, könnte man das Pflanzengeschlecht im Vergleich zu den Tieren wieder als unbeseelt ansehen. Der Übergang von den Pflanzen zu den Tieren ist wiederum zusammenhängend, denn bei manchen Meereswesen könnte man zweifelhaft sein, ob sie zu den Tieren oder Pflanzen gehören, denn sie sind auf dem Boden festgewachsen, und viele von ihnen gehen, wenn man sie abreißt, zugrunde."

Hier legt Aristoteles das Hauptgewicht auf die verschiedene Beseelung der Naturkörper. An andern Stellen schreibt er auch der unorganischen Natur schon einen gewissen niedersten Grad, eine erste Andeutung des Seelenlebens, zu. Die Luft hat ein eigenes Leben. Der aus den Wolken fallende Regen ist dem vom Gehirn herabfließenden Katarrh zu vergleichen. Die Erschütterungen der Erde entsprechen den Bebungen und Pulsationen des Herzens. Das Meer ist der von der Sonne hervorgerufene Schweiß der Erde, ohne daß es jedoch gerechtfertigt ist, mit Empedokles daraus seinen Salzgehalt zu erklären. Das Meer kann auch als der Magen der Erde bezeichnet werden, in den alle Ströme sich ergießen. Die Ausdünstungen der Erde lassen sich mit den tierischen Ausscheidungen vergleichen. Die Erde hat Jugend und Alter, wenn auch nicht als Ganzes, so doch an verschiedenen Punkten.

Ein Leben im eigentlichen Sinn, ein Seelenleben, findet Aristoteles aber erst bei den organischen Wesen. Unter diesen kommt den Pflanzen nur die Seelenfähigkeit der Ernährung und Fortpflanzung zu, während die Tiere auch der Empfindung und Ortsbewegung fähig sind. Geschöpfe, die festsitzen, wie die Pflanzen, bedürfen der Empfindung nicht, da sie ihre Nahrung an ihrem Wohnort selbst erhalten. Dagegen müssen alle Tiere empfindend sein, denn ohne Empfindlichkeit würde ein Tier untergehen, da es nicht imstande wäre, seine Nahrung zu wählen.

Zwischen den Pflanzen und Tieren gibt es mancherlei Übergangsformen. Die Ascidien unterscheiden sich ihrer Natur nach wenig von den Pflanzen. Die Schwämme haben durchaus die Beschaffenheit der Pflanzen, sie leben angewachsen und gehen abgelöst zugrunde. Die Holothurien und andere Meereswesen unterscheiden sich von den Pflanzen nur wenig durch das Frei-

sein, sie haben keine Empfindung und leben, als wären sie losgetrennte Pflanzen. Die Akalephen schwanken ihrer Natur nach zwischen Pflanze und Tier. Dadurch, daß sie sich loslösen und über ihre Nahrung herfallen und dadurch, daß einige das auf sie Losstürzende bemerken, sind sie tierisch, dadurch, daß sie unvollkommen sind und leicht an den Felsen festwachsen, sowie dadurch, daß sie keine bemerkbaren Exkremente haben, sind sie pflanzlich. Die Steckmuscheln sind angewachsen wie die Pflanzen, die Scheidemuscheln können losgerissen nicht leben. Die Hartschaltiere gleichen im Verhältnis zu den sich von der Stelle bewegenden Tieren den Pflanzen, dagegen den Tieren, wenn man sie mit den Pflanzen vergleicht. Die Pflanzen scheinen kein anderes Geschäft zu haben, als wieder eine andere gleicher Art zu schaffen, gleicherweise ist bei manchen Tieren kein anderes Geschäft als das der Erzeugung wahrzunehmen.

Ebenso wie zwischen Tierreich und Pflanzenreich nimmt Aristoteles auch zwischen den verschiedenen Gruppen des Tierreiches Übergangsformen an. Die Fledermaus steht ihm in der Mitte zwischen Gang- und Flugtieren, indem sie einerseits Beine und keinen Federschwanz, andererseits Flügel und keinen Wirbelschwanz besitzt. Die Robbe bildet einen Übergang von den Landtieren zu den Wassertieren, da sie wie die meisten Fische spitze Zähne hat. Der Strauß verbindet Vierfüßler und Vögel, denn er hat haarähnliche Federn, obere Augenwimpern, einen kahlen Kopf und Hals, und Klauen wie die Vierfüßler, Flügel, zwei Beine und einen befiederten Bauch wie die Vögel. Das Krokodil nähert sich gewissen Fischen durch den Mangel der Zunge, hat aber als Vierfüßler den Platz für die Zunge. Die Schlangen sind fußlos wie die Fische und haben wie diese ein grätiges Rückgrat und keine Hoden, während sie wie die eierlegenden Vierfüßler mit Lungen ausgerüstet sind. Der Nautilus verbindet Schaltiere und Weichschaltiere, und dasselbe gilt vom Einsiedlerkrebs, der in seiner Organisation mit den Weichschaltieren übereinstimmt, seinen Körper aber wie die Schaltiere in einer Schale verbirgt. Der Affe endlich bildet den Übergang von den lebendig gebärenden Vierfüßlern zum Menschen. Als Vierfüßler hat er einen behaarten Rücken, keine Hinterbacken und eine weit bedeutendere Größe des obern Körpers im Vergleich zum untern. Menschenähnlich dagegen sind seine Nasenflügel, Ohren, Zähne und Augenwimpern,

die beiden Saugwarzen an den kleinen Brüsten, die Arme, Hände, Finger und Nägel sowie das Fehlen des Schwanzes. Auch biegt er die Arme und Beine wie der Mensch, nämlich beide Rundungen der Glieder gegeneinander.

Aristoteles sieht also den menschlichen Körperbau schon im Tierreich vorgebildet. Aber auch viele Geisteseigenschaften des Menschen findet er in ihren Anfängen bereits bei den Tieren: Zahmheit und Wildheit, Mut und Feigheit, Furchtsamkeit und Dreistigkeit, Ungestüm und Verschlagenheit, Klugheit und Dummheit. In seiner Tiergeschichte teilt er zahlreiche Beispiele mit, die beweisen sollen, daß in der tierischen Lebensweise viele Nachahmungen des menschlichen Lebens vorhanden sind. Die Schwalbe beobachtet bei ihrem Nestbau in der Versetzung des Lehms mit Spreu dieselbe Anordnung wie der Mensch, sie verflicht Lehm mit den Hälmchen, und hat sie Mangel an Lehm, so feuchtet sie sich selbst an und wälzt sich mit den Flügeln auf dem Staube. Sie bereitet ihr Lager wie die Menschen, indem sie zuerst das Harte unterlegt und alles ihrer Größe entsprechend einrichtet. Auch zeigen sich bei den Tieren namentlich in bezug auf das Geschlechtsleben und die Ernährung der Jungen Anfänge sittlichen Verhaltens. Die Tauben leben in Monogamie und geben die Verbindung nicht eher auf, als bis sie Witwer oder Witwe werden. Viele Tiere mühen sich mit der Ernährung der Jungen ab, wodurch sie sich weit über die Pflanzen mit ihrer gänzlichen Gleichgültigkeit gegen das Erzeugte erheben und sich dem Verhalten des Menschen nähern.

So innig aber auch Aristoteles den Menschen mit den Tieren in körperlicher Hinsicht verbindet, so sehr betont er andererseits die Momente, durch die seine Natur sich über die tierische erhebt. Der Mensch allein besitzt die aufrechte Stellung, und der Unterschied von Rechts und Links ist bei ihm am bestimmtesten entwickelt. Er hat das meiste und reinste Blut, das größte Gehirn, das feinste Gefühl und den schärfsten Verstand. Er besitzt die Fähigkeit der Sprache und hat an der Hand ein Werkzeug, das alle andern ersetzt. Vor allem aber ist seine Seele mit Vernunft und Denkkraft begabt und erhebt sich dadurch über die Seele aller übrigen Geschöpfe. Mit einem Wort, der Mensch ist das vollkommenste aller lebenden Wesen, die höchste Sprosse der organischen Leiter, der Endzweck der irdischen Natur.

Die von Aristoteles entwickelte Idee der Stufenfolge, die eine fortlaufende Reihe der irdischen Naturkörper von den Steinen bis zum Menschen statuiert, schlingt ein gemeinsames Band um alle Wesen der Erde. Dasselbe gilt von dem aristotelischen Gesetz der Analogie. Nach diesem haben die Geschöpfe der verschiedenen organischen Gruppen entsprechende Teile. Was bei den Vierfüßlern die Haare, sind bei den Vögeln die Federn, bei den Fischen die Schuppen, bei den eierlegenden Vierfüßlern die Panzer. Den Zähnen und Lippen der meisten Bluttiere entspricht bei den Vögeln der Schnabel. Ebenso sind die Arme des Menschen, die Vorderfüße der Vierfüßler, die Flügel der Vögel und die Scheren der Krebse analoge Organe. Der Elefant hat statt der Hände den Rüssel. Die Nägel sind den Klauen gleichwertig. Bei Fischen und Schlangen werden die Knochen durch Knorpel und Gräten, bei niedern Tieren durch Schalen und Gehäuse ersetzt. Statt des Herzens haben die blutlosen Tiere ein ähnliches Zentralorgan, statt des Blutes eine entsprechende Flüssigkeit, die dieselben Kräfte besitzt wie bei den blutführenden das Blut. Ebenso verhält es sich mit dem Fleisch und Fett. Statt der Lunge dienen den Fischen die Kiemen zur Atmung. Bei den Pflanzen hat die Wurzel die Aufgabe der Nahrungsaufnahme und entspricht also dem Mund der Tiere.

In allen diesen Spekulationen des Aristoteles tritt uns der Gedanke der Einheit der organischen Natur klar entgegen. Aber die Form, in der er diesen Gedanken ausdrückt, die Art, in der er ihn begründet, entspricht nicht unserer heutigen, auf genetische Gesichtspunkte gegründeten Einheitsauffassung, so nahe er auch daran zu rühren scheint. Die Analogie der Organe, die Aristoteles lehrt, beruht nicht auf Blutsverwandtschaft, und seine organische Stufenleiter ist keine Entwicklungsreihe. Jede einzelne Form ist unabhängig von der andern, und in jeder einzelnen ringt die formbildende Kraft mit dem Stoff, sucht die Form den Stoff zu meistern, und nur dadurch, daß ihr dies bald mehr, bald weniger gelingt, wird die Stufenreihe bedingt, nicht dadurch, daß die niederen organischen Formen sich zu höheren emporarbeiten. Trotz der scheinbaren Anklänge an die heutigen Entwicklungsvorstellungen, die in der Statuierung von Zwischenformen, in der Idee der Stufenleiter und der Lehre der analogen Organe bei Aristoteles vorhanden sind, steht seine organische Naturphilosophie in ent-

schiedenem Gegensatz zur genetischen Auffassung und ist durchdrungen von dem Prinzip der Unveränderlichkeit der Art.

Der Begriff der Art oder Spezies ist bei Aristoteles schon ziemlich scharf bestimmt. Er gründet ihn wesentlich auf die morphologischen Verhältnisse der Formähnlichkeit, wie z. B. daraus hervorgeht, daß er den Volksglauben an die Verwandlung des Falken in den Kuckuck durch den Hinweis auf ihre morphologischen Verschiedenheiten bekämpft. Der Falke, sagt er, ist krummklauig, der Kuckuck nicht, und auch am Kopfe sind beide verschieden. Nur in der Farbe gleicht der Kuckuck dem Falken, aber die bunten Flecke des Falken sehen wie Striche aus, die des Kuckucks wie Punkte. Bei den Löwen unterscheidet Aristoteles zwei Arten, die er auf Formverschiedenheiten gründet, die eine ist runder mit krauser Mähne, die andere länger mit schöner Mähne.

Auch das physiologische Moment der Fruchtbarkeit zieht Aristoteles einmal heran, um den Artbegriff zu präzisieren, indem er sagt, daß die Halbesel Syriens so genannt werden wegen ihrer Ähnlichkeit mit dem Esel, obgleich sie keineswegs zu derselben Art gehören, sondern eine besondere Art bilden, da sie sich begatten und miteinander zeugen. Im übrigen aber wird die fruchtbare Vermischung von Aristoteles nicht als Kriterium der Art angesehen, denn er hält die Begattung verschiedener Arten für möglich und für fruchtbar. In seiner Tiergeschichte führt er aus, daß die Paarung allerdings naturgemäß zwischen solchen Tieren stattfindet, die zu derselben Art gehören, aber auch zwischen solchen nah verwandter Arten, wenn sie an Größe ziemlich gleich sind und die Trächtigkeitsdauer gleich ist, z. B. zwischen Hunden, Füchsen und Wölfen. Aristoteles glaubt, daß in Kyrene sich die Wölfe fruchtbar mit den Hunden vermischen, daß die lakonischen Hunde von Fuchs und Hund abstammen und die indischen Hunde vom Tiger und Hund fallen. In Libyen sollen sich die wegen Regenmangels an den Gewässern zusammentreffenden Tiere vermischen, auch wenn sie nicht zu derselben Art gehören. Unter den Vögeln ist nach Aristoteles nur der Goldadler echt, alle übrigen sind vermischt und wechselseitig gefälscht. In bezug auf Meerestiere weiß er noch nichts Nennenswertes der Art mitzuteilen, doch hält er es für möglich, daß Engelhai und Dornrochen den Engelrochen erzeugen, der im Kopf

und vordern Teil dem Dornrochen, im hintern Teil dem Engelhai gleicht. Alle diese durch die Vermischung verschiedener Arten entstandenen Bastarde sind nach Aristoteles fruchtbar, die unfruchtbaren Maulesel bilden eine Ausnahme. Er nimmt also weder die Fruchtbarkeit der ersten noch die der zweiten Generation als durchgreifendes Kriterium für die Zugehörigkeit verschiedener Formen zu derselben Art in Anspruch, und es bleibt ihm daher nur die Formähnlichkeit als entscheidender Faktor übrig.

Aristoteles war sich aber bereits der großen Schwierigkeiten bewußt, die bei Gründung der Artunterscheidung auf morphologische Charaktere aus der Variabilität der organischen Formen entspringen. Er kannte die Variationen, die durch das Alter, die Jahreszeiten, die Nahrung und die Lokalität bedingt werden, sowie die spontan entstandenen Mißbildungen. In seiner Tiergeschichte führt er folgende darauf bezügliche Tatsachen an: Der Kranich ist in der Jugend aschgrau und bekommt im Alter schwärzere Federn. Die Schakale haben im Winter und im Sommer eine verschiedene Farbe, auch werden sie im Sommer kahl und im Winter haarig, weshalb manche mehrere Arten unterscheiden. Viele Vögel ändern nach den Jahreszeiten Farbe und Stimme, so die Amsel, die Drossel, die Nachtigall, der Kuckuck und der Wiedehopf. Das Hausrotschwänzchen ist ein Wintervogel, das Gartenrotschwänzchen ein Sommervogel, sie unterscheiden sich nur durch die Farbe und sind deshalb als temporäre Formen derselben Art aufzufassen. Dasselbe gilt von der Gartengrasmücke und dem Fliegenschnäpper, jene ist die Spätsommer-, diese die Winterform, da sie sich nur durch Farbe und Stimme unterscheiden. Unter den einfarbigen Vögeln werden die mehr oder weniger schwarzen durch eintretende stärkere Kälte weiß, wie die Raben, Sperlinge und Schwalben. Manche Tiere wechseln mit dem Wechsel des Wassers auch die Farben der Haare, denn dieselben Tiere werden an dem einen Ort weiß, an dem andern schwarz. In Mysien sind zwei Flüsse, von denen der eine die Schafe weiß, der andere sie schwarz färbt. Der Fluß Skamandros scheint die Schafe gelb zu färben. In Ägypten sind einige Tiere größer als in Hellas, wie die Rinder und Schafe, andere kleiner, wie die Hunde, Wölfe, Hasen, Füchse, Raben und Falken, noch andere gleich groß, wie die Krähen und Ziegen. Die Ur-

sache dieser Erscheinung ist das bald reichlichere, bald spärlichere Vorhandensein der Nahrungsmittel. In Illyrien, Thracien und Epeiros sind die Esel wegen der strengen Winter klein, im skythischen und keltischen Lande gibt es überhaupt keine. Die Aufenthaltsorte machen auch in den Gewohnheiten einen Unterschied. So haben die Gebirgstiere und die Tiere rauherer Gegenden, wie z. B. die Schweine auf dem Athos, ein wilderes und kräftigeres Aussehen als die Tiere der Ebenen und milden Gegenden. In der Umgebung von Pharos sind die Skorpione nicht gefährlich, in Karien dagegen sind sie gefährlich.

Neben diesen, die Grenzen des Normalen nicht überschreitenden Variationen erwähnt Aristoteles die Mißbildungen. Kinder mit Widder- und Stierköpfen, Kälber mit Kindsköpfen, Schafe mit Ochsenköpfen, Ziegen mit Hörnern an den Schenkeln, Hühner mit vier Schenkeln und Flügeln, zweiköpfige Schlangen, Kinder mit mehr als fünf Fingern oder mit nur einem Finger, Menschen und Ziegen mit zweierlei Schamteilen sind ihm Beispiele für die Mißbildung der äußern Körperteile. Das gelegentliche Fehlen der Milz, der Gallenblase oder einer Niere, das Vorhandensein von zwei Milzen oder mehrerer Gallenblasen, die Lage der Leber auf der linken, der Milz auf der rechten Seite beweisen ihm, daß auch die innern Teile Veränderungen und Verstümmelungen unterworfen sind. Er betont, daß Mißbildungen selten bei den Tieren vorkommen, die nur ein Junges gebären, und häufiger bei denen, die viele Jungen werfen, da die Menge der Jungen gegenseitig ihre Vollendung und die Wirkung der zeugenden Kraft hindert. Er betont ferner, daß alle erwähnten Mißbildungen bei ausgewachsenen Tieren beobachtet worden sind und daß bei den eben geborenen Tieren noch zahlreichere Störungen vorkommen. Von diesen pflegen die, die sich von dem Natürlichen nur wenig entfernen, am Leben zu bleiben, dagegen die, welche sich weiter entfernen, nicht, sobald die naturwidrige Bildung die eigentlichen Lebensorgane betrifft. Damit weist Aristoteles auf die Auswahl begünstigter Formen durch den Kampf ums Dasein hin. Auch sonst berücksichtigt er diesen Kampf und die Wechselbeziehungen der organischen Wesen. In seiner Tiergeschichte führt er aus, daß die Tiere miteinander in Kampf geraten, wenn sie sich an denselben Orten aufhalten und mit denselben Dingen ihr Leben fristen, und daß bei seltener Nahrung sogar die zu

derselben Gattung gehörenden Tiere miteinander kämpfen. Er schildert die Kämpfe der Vögel untereinander und mit andern Tieren, die Streitigkeiten der vierfüßigen Tiere mit den Vögeln und unter sich, die Feindschaften und Freundschaften der Fische. Doch ist er weit entfernt davon, den Kampf ums Dasein und die durch ihn bedingte Auswahl günstiger Variationen irgendwie im Sinne der Selektionstheorie als artumbildenden Faktor zu verwerten.

Sowohl die spontan auftretenden als auch die durch äußere Einflüsse erworbenen Variationen werden nach Aristoteles vererbt. Er lehrt die Vererbung erworbener Eigenschaften und belegt sie durch folgende Fälle: Wenn die Eltern Narben hatten, wurde auch bei ihren Kindern an derselben Stelle das Zeichen der Narbe beobachtet. In Chalcedon zeigte sich bei dem Kinde eines Vaters, der auf dem Arm ein Brandzeichen hatte, derselbe Buchstabe, nur verwischt und nicht scharf ausgeprägt. Auch die Erscheinung der latenten Vererbung war Aristoteles bekannt. Er erzählt, daß in Elis ein Mädchen mit einem Mohren Umgang hatte, wobei nicht ihre Tochter, sondern deren Sohn von schwarzer Farbe war. Aristoteles teilt aber diese Tatsachen nicht nur mit, sondern sucht sie auch durch eine Vererbungstheorie zu erklären, wobei er zugleich die Ursachen der Entstehung männlicher und weiblicher Individuen berücksichtigt.

Das Erzeugende, lehrt er, wirkt in verschiedenen Richtungen, als Männchen, als Individuum und als Mensch. Der Antrieb in einer Richtung kann zugrunde gehen, dann schlägt er in das Gegenteil um, der des Vaters in den der Mutter, der des Vaterindividuums in den des Mutterindividuums. Der Antrieb kann auch geschwächt werden, dann geht er in den nächstliegenden Antrieb über, in den des Vaters des Erzeugers oder bei stärkerer Schwächung in den des Großvaters oder einer noch früheren Generation. Die Ursache, daß die Antriebe unterliegen, besteht entweder in ihrer geringen Kraft und Wärme oder in der Kälte des zu bewältigenden Stoffes. Die Ursache der Schwächung der Antriebe liegt in der Gegenwirkung des Stoffes. Aus der Anwendung dieser allgemeinen Prinzipien ergeben sich für Aristoteles folgende, die Vererbungstatsachen beleuchtenden Gesetze:

Wenn der vom Vater ausgehende Antrieb in allen Beziehungen überwiegt, so entsteht ein Knabe, der dem Vater ähnlich

ist. Wenn der vom Vater in seiner Eigenschaft als Mann ausgehende Antrieb überwiegt, der vom Vater als Individuum ausgehende aber nicht, so entsteht ein Knabe, der der Mutter ähnist. Wenn der vom Vater in seiner Eigenschaft als Mann ausgehende Antrieb unterliegt, der vom Vater als Individuum ausgehende aber nicht, so entsteht ein Mädchen, das dem Vater ähnlich ist. Wenn der vom Vater in seiner Eigenschaft als Mann und als Individuum ausgehende Antrieb unterliegt, so entsteht ein Mädchen, das der Mutter ähnlich ist. Wenn der vom Vater in seiner Eigenschaft als Mann ausgehende Antrieb erhalten, der von ihm als Individuum ausgehende aber geschwächt wird, so entsteht ein Knabe, der dem Großvater oder einem der frühern Vorfahren ähnlich ist. Wenn der vom Vater in seiner Eigenschaft als Mann und Individuum ausgehende Antrieb bewältigt, der von der Mutter als Individuum ausgehende aber geschwächt wird, so entsteht ein Mädchen, das der Großmutter oder einem frühern mütterlichen Vorfahren gleicht. Wenn alle Bewegungsantriebe geschwächt werden, so gleicht das Junge keinem der Angehörigen und Verwandten mehr, sondern es bleibt nur das ihnen allen Gemeinsame, daß es ein Mensch ist. In äußersten Fällen wird der Bildungstrieb so weit geschwächt, daß das Kind nicht mehr menschliches Wesen ist, sondern einem Tier gleicht, also eine Mißgeburt darstellt.

Aristoteles ist keineswegs der erste Philosoph, der eine Vererbungstheorie aufgestellt hat, denn er bekämpft bereits die Ansichten anderer Forscher. Durchaus unhaltbar erscheinen ihm alle Erklärungen, die annehmen, daß der Samen vom ganzen Körper herkommt und das Junge dem Erzeuger ähnlicher wird, von dem mehr Samen herkommt, aber keinem von beiden ähnlich wird, wenn eine gleiche Menge von beiden kommt. Abgesehen davon, daß Aristoteles die Herkunft des Samens vom ganzen Körper nicht für möglich hält, sieht er nicht ein, wie nach jenen Erklärungen ein Mädchen dem Vater und ein Knabe der Mutter ähnlich sein könne, da es unmöglich sei, daß zugleich von beiden Eltern mehr Samen herkomme. Auch scheinen sie ihm nicht verständlich zu machen, warum die Kinder oft den Vorfahren, selbst den entfernten, ähnlich sehen, da von diesen kein Samen hergekommen ist. Eine andere Ansicht, nach der die Samenflüssigkeit aus vielen Stoffen gemischt ist und das

Junge dem Erzeuger ähnlich wird, von dem das meiste hineinkommt, bezeichnet Aristoteles als nicht ganz deutlich, schreibt ihr aber einen richtigen Grundgedanken zu, indem die verschiedenen Stoffe in dem Samen zwar nicht der Wirklichkeit, wohl aber der Möglichkeit nach vorhanden seien. Im übrigen hält er es jedoch nicht für möglich, die mannigfaltigen Vererbungstatsachen aus einer einzigen Ursache zu erklären.

Mit dem Vererbungsproblem in innigem Zusammenhang steht das Problem der Präformation, die Frage, ob die Teile des Organismus auf einmal oder nacheinander entstehen. Auch diese Frage hat Aristoteles bereits behandelt, und er vertrat mit Entschiedenheit die Lehre der Epigenesis. „Daß die Teile nicht zugleich entstehen," sagt er, „ist deutlich wahrzunehmen, man sieht, daß manche Teile schon vorhanden sind, andere aber noch nicht, es ist unzweifelhaft, daß man sie nicht etwa nur wegen ihrer Kleinheit nicht sieht, denn obgleich die Lunge einen größern Umfang hat, als das Herz, so zeigt sie sich doch im Anfang der Entwicklung später als das Herz."

Aristoteles kennt auch bereits das von Baer mit so großem Nachdruck betonte Gesetz, daß der Embryo zuerst die allgemeinen und dann die spezifischen Charaktere aufweist. „Das Tierwerden und Menschwerden und das Tierwerden und Pferdwerden", sagt er, „ist nicht gleichzeitig, ebenso bei allen andern Tieren, das Ziel und die Vollendung geschieht zuletzt, das Eigentümliche ist das Ziel der Entwicklung eines jeden." Ja, Aristoteles erkennt bereits einen gewissen Parallelismus zwischen der organischen Stufenleiter im großen und der embryonalen Entwicklung. Anfänglich scheinen ihm alle Tierfoeten eine Art Pflanzenleben zu führen, indem sie nur die Ernährungsseele besitzen, erst später bekommen sie auch die Empfindungsseele, kraft deren sie Tiere sind. Beim Menschen tritt die Denkseele erst ganz zuletzt auf. Natürlich kann Aristoteles die Erklärung dieses Parallelismus nicht wie die heutigen Vertreter des biogenetischen Grundgesetzes in der Vererbung finden, da seine Stufenleiter keine Entwicklungsreihe ist. Auch hier macht er gerade an dem Punkt Halt, wo die moderne Entwicklungslehre einsetzt, und wir müssen uns daher hüten, aus seinen verführerisch klingenden Sätzen mehr herauszulesen, als wirklich darin enthalten ist.

Von einer Entwicklung des organischen Lebens von niederen zu höheren Formen ist bei Aristoteles keine Rede. Er nimmt überhaupt keine Entstehung der organischen Wesen an, sondern hält die Welt mit ihren pflanzlichen und tierischen Bewohnern für ewig und ungeworden. Auch der Mensch muß nach ihm seit Ewigkeit her vorhanden sein, denn da er den Endzweck der irdischen Natur bildet, so müßte diese unendliche Zeit hindurch unvollendet gewesen sein, wenn sie jemals ohne Menschen existiert hätte. Nur die einzelnen Individuen vergehen, die Arten bestehen seit Ewigkeit und werden für alle Ewigkeit bestehen bleiben.

Wohl spricht Aristoteles in seinem Buch über die Zeugung auch von der ersten Entstehung der Menschen und Tiere. Aber er nimmt diese nur ganz hypothetisch an, er stellt sich vorübergehend auf den Standpunkt derer, die an eine erste Entstehung der Tiere aus der Erde durch spontane Zeugung glauben, und untersucht, wie man sich diese vorzustellen habe. Er hält hier zwei Fälle für möglich, die Entstehung aus Würmern und die Entstehung aus Eiern. Dabei versteht er unter Wurm einen Keim, der als Ganzes in das werdende Tier übergeht und seine Nahrung in sich hat, unter Ei einen solchen, der teils dem werdenden Ei seine Entstehung gibt, teils ihm zur Nahrung dient. Die ersten Tierkeime mußten nun die zum Wachstum erforderliche Nahrung entweder in sich haben, also Würmer sein, oder sie mußten sie anderswoher nehmen, entweder aus der Erzeugerin oder aus einem Teile des Keimes. Aus der Erzeugerin, der Erde, konnte die Nahrung nicht zufließen, wie bei den Tieren aus der Gebärmutter, sie konnte daher nur aus einem Teile des Keimes genommen werden, der somit den Charakter eines Eies besaß. Die Entstehung aus dem Ei hat aber nach Aristoteles weniger Grund für sich als die Entstehung aus Würmern, da wir heute kein Tier aus spontan entstandenen Eiern hervorgehen sehen, wohl aber manche Tiere aus spontan entstandenen Würmern. Die Aale z. B. bilden sich nach Aristoteles aus den sogenannten Eingeweiden der Erde, den Regenwürmern. Wie er in seiner Tiergeschichte berichtet, legen sie keine Eier und hat man niemals einen mit Samen oder mit Eiern gefangen, auch bei der Zergliederung weder Samengänge noch Eileiter gefunden. Sie entstehen vielmehr spontan, wenn, nachdem in sumpfartigen Seen das ganze Wasser erschöpft und der Schlamm zusammengeschrumpft

ist, sich wieder Regenwasser ansammelt, dagegen bilden sich keine in trockenen Zeiten und in beständigen Seen.

Aristoteles nimmt also an, daß auch heute noch eine Urzeugung stattfindet. Für die meisten Bluttiere, die Säugetiere, Vögel, eierlegenden Vierfüßler, Wale und Fische, hält er allerdings nur die Elternzeugung für möglich, die Aale bilden in dieser Hinsicht eine Ausnahme. Dasselbe gilt von den Schäumlingen, die sich aus dem sandigen Boden oder in dem vom Regenwasser hervorgebrachten Schaume bilden sollen. Aber unter den blutlosen Tieren führt Aristoteles zahlreiche auf, die heute noch durch spontane Zeugung entstehen, und zwar aus allen Stoffen, die Lebensunterhalt darbieten, aus fauler Erde, Pflanzen, altem Schnee, altgewordenem Wachs, Feuer und den in den Teilen anderer Tiere befindlichen Ausscheidungen.

Die Schaltiere entstehen im Schmutz, und zwar je nach der Verschiedenheit des Schmutzes andere: in dem schlammigen die Austern, in dem sandigen die Flußmuscheln, um die Spalten des Gesteins die Seescheiden, Meereicheln, Napf- und Mondschnecken. Die sogenannten Eier der Schaltiere tragen zur Zeugung nichts bei, sondern sind ein Zeichen guten Nahrungszustandes, wie bei den Bluttieren das Fett. Auf dieselbe Weise wie die Schaltiere entstehen die Quallen und Schwämme in den Spalten des Gesteins. Der Einsiedlerkrebs entsteht zuerst aus der Erde und dem Schlamm, dann kriecht er in leere Muschelschalen. Manche Kerbtiere entstehen von selbst, teils aus dem auf die Blätter fallenden Tau, teils in faulendem Kot und Mist, teils im Holz, teils in Tierhaaren, teils im Fleisch der Tiere und teils in den tierischen Ausscheidungen, entweder in den schon abgegangenen oder in den noch in den Tieren befindlichen, wie die Eingeweidewürmer. Die Schmetterlinge gehen aus den Raupen hervor, die an grünen Blättern, besonders denen des Kohls entstehen. Die Motten bilden sich aus Wolle und zwar um so eher, wenn die Wolle Staub enthält, hauptsächlich aber dann, wenn eine Spinne mit eingeschlossen worden ist, denn diese saugt die noch etwa in ihr enthaltene Feuchtigkeit auf und trocknet sie aus. Die Schnaken entstehen aus den Maden und diese aus dem Schlamm der Brunnen oder wo eine Ansammlung von Wasser mit erdigem Bodensatz stattfindet. Die Zecken entstehen aus dem Rasen, die Blindfliegen aus dem Holze, die Stechfliegen aus Würmern, die

sich in den Hefen des Essigs erzeugen, die Flöhe aus trockenem Kot, die Wanzen aus dem äußerlich an den Tieren sich bildenden Schweiß, die Läuse aus dem Fleisch in kleinen eiterlosen Mälern, die Fischläuse aus dem Schlamm des Meeres, die Monatskäfer aus den Würmern im Miste von Rindern und Eseln, die Immenkäfer aus den Bienenstöcken. Auf Cypern, wo der Erzstein geschmolzen wird, entstehen darin im Feuer geflügelte Tierchen, die etwas größer als die großen Stubenfliegen sind und durch das Feuer hüpfen und laufen. Endlich können gewisse Pflanzen durch elternlose Zeugung entstehen.

Aristoteles versucht auch, den Prozeß der spontanen Zeugung näher im einzelnen zu schildern. Er denkt sich, daß dabei Wasser, Luft und Erde zusammentreten. Die Wärme der Luft entspricht der erregenden Kraft des männlichen Tieres. Ob das, was sich bildet, eine vollkommene oder unvollkommene Art wird, ist bedingt durch die verhältnismäßige Menge der zusammentretenden Stoffe. Im Meerwasser ist eine Menge erdigen Stoffes, daher entspringt aus einer solchen Mischung die Bildung der Schaltiere, indem das Erdige ringsum erhärtet.

Die durch Urzeugung entstandenen Tiere haben männliches und weibliches Geschlecht; begatten sie sich, so entsteht daraus zwar etwas, aber Unvollkommenes; aus den Läusen die Nisse, aus den Stubenfliegen die Maden, aus den Flöhen die eiartigen Würmer, woraus weder das Erzeugende noch irgend ein anderes Tier, sondern nur wieder das Gleiche entsteht.

Wir sehen, daß die Urzeugungslehre unter den biologischen Darlegungen des Aristoteles einen breiten Raum einnimmt. Aber eine Beziehung zu dem Problem der Speziesentstehung hat sie bei ihm nicht, denn indem er die Spezies für ewig erklärt, kommt für ihn die Frage nach ihrer Entstehung überhaupt nicht ernstlich in Betracht. Seine Bedeutung für die Geschichte der Deszendenzlehre besteht daher nicht in seinen biogenetischen, sondern in seinen teleologischen Ansichten, sowie in der umfassenden Weise in der er die biologischen Phänomene seiner Forschung unterwarf.

Unter den Schülern des Aristoteles nimmt Theophrast die erste Stelle ein. Er schloß sich in den Grundprinzipien durchaus an die Lehren seines Meisters an, war jedoch keineswegs blind für die Schwierigkeiten des aristotelischen Systems und betonte diese besonders bezüglich der teleologischen Naturerklärung. Es

sei nicht immer zweifellos, meinte er, ob etwas eines bestimmten Zweckes wegen oder nur infolge des Zufalls oder der blinden Naturnotwendigkeit wegen vorhanden sei. Selbst wenn man im großen und ganzen eine Zweckmäßigkeit annehmen wolle, könne man sie nicht überall in gleichem Maße nachweisen, ja man müsse zugeben, daß das Unzweckmäßige das Zweckmäßige überwiege. Dagegen stimmt Theophrast mit Aristoteles in der Ansicht von der Ewigkeit der Welt überein. Auch er hält die Welt für ungeworden und das Dasein der Menschheit für anfangs- und endlos. Um den verhältnismäßig jungen Ursprung der Kultur mit dieser Auffassung in Einklang zu bringen, nimmt er an, die Menschheit werde von Zeit zu Zeit durch verheerende Naturereignisse auf weiten Länderstrecken teils ganz vertilgt, teils in den Zustand ursprünglicher Barbarei zurückgeworfen.

Große Verdienste hat sich Theophrast auf dem Gebiet der Botanik erworben. Durch seine zwei Werke über die Pflanzen wurde er der Begründer dieser Wissenschaft in demselben Sinn wie Aristoteles der Begründer der Zoologie. Theophrast sieht in den Pflanzen lebende Wesen, und als den Sitz ihres Lebens betrachtet er ihre natürliche Wärme und Feuchtigkeit. Diese beiden Faktoren sind ihm die wichtigsten Ursachen der charakteristischen Eigenschaften, durch die sich die verschiedenen Pflanzenarten voneinander unterscheiden. Das Gedeihen der Pflanze aber ist ihm abhängig von der Harmonie zwischen der eigenen Natur der Pflanze und der äußern Umgebung. Je mehr die Wärme und Feuchtigkeit des Bodens, die Einwirkung der Sonne und der Bewässerung in Einklang stehen mit der inneren Wärme und Feuchtigkeit der Pflanze, desto günstiger wird ihre Entwicklung sich vollziehen. Es sind also zwei Faktoren, die nach Theophrast das Gedeihen der Pflanze bedingen: einerseits die eigene Natur der Pflanze und andererseits die äußern Einflüsse. Diese physikalischen Momente sind ihm aber nicht die letzten Gründe der Pflanzenentwicklung, er will vielmehr die physikalische Erklärung ergänzt wissen durch die teleologische, die sowohl die eigene Vollkommenheit der Pflanze als auch ihren Nutzen für den Menschen ins Auge faßt. So huldigt auch Theophrast letzten Endes einer teleologischen Weltansicht, trotz der Schwierigkeiten, die er gegenüber den teleologischen Lehren des Aristoteles geltend gemacht hatte.

Es wird uns auch eine Äußerung Theophrasts mitgeteilt, in der er ausführt, daß die menschliche Seele der tierischen gleichartig sei, dieselben Lebenstätigkeiten und Zustände habe und sich nur durch größere Vollkommenheit von ihr unterscheide. Nach Zeller kann sich dies aber nur auf die untern Seelenkräfte mit Ausschluß der Vernunft beziehen.

Mit Aristoteles und seinen Schülern schließt die zweite Periode der griechischen Philosophie. Während in ihr die teleologische Naturansicht zur Alleinherrschaft gelangt war, kommt in der nacharistotelischen Philosophie der alte Gegensatz zwischen Mechanismus und Teleologie wieder zur Geltung. Die Stoiker huldigten einer teleologischen, die Epikuräer einer mechanischen Weltansicht. Wohl waren die stoischen Philosophen Materialisten, indem sie alles für körperlich erklärten, aber sie unterschieden innerhalb des Körperlichen zwei Prinzipien: das Leidende und das Wirkende, den Stoff und die Kraft. Auf die Kraft, die ihnen identisch war mit dem Feuer, führten sie alles Leben in der Welt zurück. Sie war ihnen die Seele und die höchste Vernunft der Welt, ein gütiges, wohltätiges, menschenfreundliches Wesen. Die Existenz dieses Wesens erschlossen sie aus der Zweckmäßigkeit der Welt, die sie bewundernd hervorhoben. Sie schien ihnen ohne einen vernünftigen Welturheber unerklärlich. Ein so großes Werk wie die Welt, führt Kleanthes aus, kann nicht ohne einen Lenker bestehen, der regelmäßige Gang der Gestirne kann nicht Folge eines zufälligen Anstoßes sein, da Zufälliges oft verwirrt wird und ein regelloser Stoff sich nicht selbst ordnen kann. Was zufällig zusammengekommen ist, kann nicht so künstlich schweben, daß die schwere Erdmasse unbeweglich festsitzt und die Flucht des um sie sich drehenden Himmels betrachtet, daß die Meere die Länder befeuchten, ohne von den Flüssen einen Zuwachs zu verspüren, und daß aus kleinem Samen riesig Großes erwächst. Die Zweckmäßigkeit der Welt aus dem zufälligen Zusammentreffen der Atome erklären zu wollen, meint Cicero im Sinne der Stoiker, sei gerade so vernünftig, als anzunehmen, daß aus einem Haufen Metallbuchstaben, die man auf die Erde schütte, die Annalen des Ennius hervorgehen könnten. Und derselbe Schriftsteller bezeichnet die außerordentliche Mannigfaltigkeit und Verschiedenartigkeit der Naturgebilde als eine Tatsache, die die Stoiker mit Bewunderung gegen den göttlichen Künstler erfüllte.

Die von den Stoikern gelehrte Teleologie ist aber wieder die rein äußerliche naive Zweckmäßigkeitsvorstellung des Sokrates und bezeichnet einen entschiedenen Rückschritt gegenüber der geläuterten Lehre des Aristoteles. Jedes Ding ist nach den Stoikern um eines andern willen gebildet worden, die Pflanzen zur Nahrung für die Tiere, die Tiere zur Nahrung und zum Dienst des Menschen, die ganze Welt zur Wohnung für die Menschen und Götter. Wie eine Stadt zum Gebrauch ihrer Bewohner da ist, so ist die Erde zum Gebrauch des Menschen da. Epiktet nennt es eine große Unverschämtheit und Empfindungslosigkeit, zu behaupten, niemand habe es erdacht, daß aus dem Gras Milch werde, aus der Milch Käse, aus der Haut Wolle. „Groß ist Gott", ruft er aus, „daß er uns Hände gab und einen schluckenden Gaumen und einen Magen, daß wir unvermerkt wachsen und schlafend atmen. Und wie schön, anständig und ehrwürdig ist das Zeichen des Bartes, durch das die Natur das Männliche und das Weibliche unterschied, so daß wir nicht vor uns ausrufen zu lassen brauchen, weß Geschlechtes wir sind. Der Bart ist schöner als der Kamm des Hahnes und prächtiger als die Mähne des Löwen." Und nicht weniger weisen die Sehkraft, das Sichtbare und das Licht auf die Fürsorge des göttlichen Künstlers für den Menschen hin. Denn wenn Gott Farben gemacht hätte, aber nicht die Kraft, sie zu sehen, oder wenn er die Kraft gemacht hätte, aber die Dinge nicht so geschaffen hätte, daß sie unter die Sehkraft fielen, oder wenn er beides geschaffen hätte, aber kein Licht, so nützte es nichts. Er paßte dieses jenem, jenes diesem an, das Schwert der Scheide, die Scheide dem Schwert. Daher sollten wir, wenn wir Verstand hätten, nichts anderes tun, als die Gottheit besingen und lobpreisen, beim Graben, beim Ackern und Essen.

Sehr naiv sind die Vorstellungen der Stoiker über die Bestimmung der Tiere. Nach Epiktet ist der Esel geschaffen worden, um dem Menschen als Lastträger zu dienen, und da er als solcher gehen mußte und zum Gehen des Vorstellungsvermögens bedurfte, so hat er auch dieses erhalten. Nach Chrysippus ist das Pferd zum Reiten, der Stier zum Pflügen, das Schaf zur Bekleidung, der Hund zum Jagen und zur Bewachung des Hauses bestimmt. Das Schwein dient lediglich der menschlichen Nahrung, und damit es nicht faule, ist ihm die Seele statt des Salzes gegeben worden.

Austern, Geflügel und Fische sind ebenfalls Nahrungsmittel des Menschen, während die Raubtiere ihm Gelegenheit geben, sich in der Tapferkeit zu üben. Selbst anscheinend schädliche und lästige Tiere sind dem Menschen wohltätig, so die Wanzen, indem sie ihn an allzu langem Schlafe verhindern, und die Mäuse, indem sie ihn veranlassen, seine Sachen nicht umherliegen zu lassen.

Bei manchen Stoikern begegnet uns jedoch eine höhere Auffassung der Zweckmäßigkeit in der Natur. So bei Seneka, wenn er sagt, daß Gott die Welt um ihrer selbst willen nach eigenen Gesetzen lenkt und daß es beim Wüten des Meeres, endlosen Regengüssen und strengem Winter gar nicht auf uns abgesehen sei. Er nennt es sehr eingebildet von uns, zu meinen, daß um unsretwillen so gewaltige Kräfte in Bewegung gesetzt werden müssen. Auch der kaiserliche Stoiker Marc Aurel sieht die zweckvolle Einrichtung der Welt weniger in ihrem Nutzen für den Menschen als in dem harmonischen Zusammenklang aller ihrer Teile. Es gibt nichts im Weltsystem, sagt er, was nicht dem Weltsystem dient. Die Weltnatur kann durch nichts von außen her gezwungen werden, etwas ihr selbst Schädliches zu erzeugen. Ja, sie erzeugt sogar nichts Gleichgültiges und Unwesentliches. Hat jemand Empfänglichkeit und tieferes Verständnis für alles, was im Weltganzen geschieht, so gibt es kaum etwas, das uns nicht als eine Art harmonischer Übereinstimmung mit dem großen Ganzen erschiene. Die zur Erde geneigten Ähren, die Augenbrauen des Löwen, der Schaum an der Schnauze des wilden Schweines und viele andere Dinge haben an und für sich betrachtet nichts Schönes, und doch tragen sie zu ihrem Schmucke bei und machen uns Vergnügen, weil sie Zubehör ihres eigenen Wesens sind. Auch der Rachen des Löwen, das Gift und alles Schädliche, wie Dornen und Sümpfe, sind ein Zubehör der prachtvollen und schönen Welt. Fort also, ruft Marc Aurel aus, mit dem Wahne, als ständen sie mit dem Wesen, das du verehrst, in keiner Verbindung, beachte vielmehr die wahre Quelle aller Dinge.

So sehen die Stoiker sogar in vielem, was andern Menschen als Übel erscheint, notwendige Bestandteile der Weltharmonie. Selbst das Unglück ist nach ihnen für den Weisen nur eine heilsame Übung seiner Kräfte, denn niemand ist unglücklicher als der, dem nie etwas Widriges begegnet. Mißgeschick ist eine

Gelegenheit, Tüchtigkeit zu zeigen. Feuer erprobt das Gold, die Not einen tüchtigen Mann. Und was das moralische Übel betrifft, so erklären es die Stoiker teils daraus, daß es auch der Gottheit nicht möglich gewesen sei, die menschliche Natur frei von Fehlern zu erhalten, teils daraus, daß das Böse um des Guten willen notwendig sei. Denn das Gute kann nicht zum Bewußtsein des Menschen gelangen ohne das Gegengewicht des Bösen. Die Tugend erschlafft, wenn sie keinen Gegner hat.

Mit der teleologischen Weltansicht verbindet sich bei den Stoikern ebenso wie bei Aristoteles die Idee einer stufenweis aufsteigenden Reihe der lebendigen Kräfte. Die organischen Geschöpfe stehen höher als die unorganischen, und unter den beseelten stehen die vernünftigen oben an. Die unorganischen Wesen werden durch eine bloße Eigenschaft zur Einheit zusammengehalten, die Pflanzen durch eine bildende Kraft, die Tiere durch eine Seele und die Menschen durch eine vernünftige Seele. Diese Stufenleiter ist allerdings bei den Stoikern ebensowenig eine Entwicklungsreihe wie bei Aristoteles, aber doch finden sich in den Selbstbetrachtungen des kaiserlichen Stoikers Marc Aurel mehrere Stellen über die Wandelbarkeit der Dinge, die ganz an moderne Ideen anklingen.

„Betrachte unaufhörlich," schreibt er, „wie alles Werdende kraft einer Umwandlung entsteht, und gewöhne dich so an den Gedanken, daß die Allnatur nichts so sehr liebt, als das Vorhandene umzuwandeln, um daraus Neues von ähnlicher Art zu schaffen; denn alles Vorhandene ist gewissermaßen der Same dessen, was aus ihm werden soll." Und an einer andern Stelle sagt er: „Mancher fürchtet sich vor der Verwandlung. Was kann denn ohne Verwandlung werden? Was ist demnach der Allnatur lieber oder angemessener? Kannst du selbst auch nur ein Bad gebrauchen, ohne daß das Holz sich verändere, oder Nahrung genießen, ohne daß die Speisen sich verwandeln? Oder kann sonst etwas Nützliches ohne Verwandlung zur Vollkommenheit gebracht werden? Siehst du es also nicht ein, daß es mit deiner eigenen Verwandlung die gleiche Bewandtnis habe und daß sie für die Allnatur gleichfalls notwendig sei?" „Alles, was du siehst," lautet ein dritter Ausspruch, „wird die allwaltende Natur bald verwandeln und aus diesem Stoff andere Dinge schaffen und aus diesem Stoff wieder andere, damit die Welt immer verjüngt werde."

Ahnliche Gedanken sind auch der gleichzeitig mit den Stoikern lehrenden Schule der Epikuräer nicht fremd. In anderer Hinsicht aber stellt die Naturphilosophie Epikurs einen schroffen Gegensatz zum Stoizismus dar. Epikur erneuert die Atomenlehre Demokrits und die damit verbundene mechanische Weltansicht. Er weist die Annahme göttlicher Leitung ab und bekämpft die Vorstellung, daß die Bewegungen der Gestirne, ihre Verfinsterungen, ihr Auf- und Untergang durch irgend ein vernünftiges Wesen geordnet werden oder geordnet worden sind. Er leugnet zwar die Götter nicht, aber er versetzt sie in die Zwischenräume der Welt, wo sie als vollkommene, leidenlose Wesen leben, ohne sich um das Getriebe der Welt und die Freuden und Leiden der Menschen zu kümmern. Sie würden nicht vollkommen sein, wenn sie in den Weltenlauf eingriffen, denn Arbeiten, Sorgen, Zorn und Gunst vertragen sich nicht mit Glückseligkeit und Selbstgenügsamkeit. So geht die Welt ihren rein mechanischen Gang, und auch das organische Leben ist den ewigen Gesetzen der blinden Notwendigkeit unterworfen. Mancherlei Anklänge an die mechanischen Theorien des Darwinismus sind daher in der Naturphilosophie Epikurs nicht zu verkennen. Besonders das berühmte Lehrgedicht des römischen Epikuräers Titus Lucretius Carus „Über die Natur der Dinge" legt Zeugnis dafür ab. Es enthält ein abgeschlossenes System des Mechanismus, das an Großartigkeit dem teleologischen System des Aristoteles nicht nachsteht.

Gleich im ersten Buch seines Gedichts drückt Lukretius den Grundgedanken des Mechanismus und seinen Gegensatz zur Teleologie sehr klar in folgenden Versen aus:

> Denn in der Tat, mit Bedacht und wohlüberlegeter Weise
> Haben die Stoffe sich nicht in gehörige Ordnung gefüget
> Noch den Vertrag gemacht zu Bewegungen untereinander,
> Sondern da viele davon, auf mancherlei Weise verändert,
> Im unendlichen All durch Stöße getrieben, sich banden,
> Jegliche Art des Vereins und jede Bewegung versuchend,
> Sind sie endlich dadurch in solcherlei Lage gekommen,
> Durch die jetzo die Summe geschaffener Wesen bestehet.

Und ganz in demselben Sinn heißt es im fünften Buch:

> Denn seit ewiger Zeit, auf mancherlei Weise getrieben,
> Teils durch eignes Gewicht und teils durch Stöße von außen,

Haben die Stoffe zuerst sich vermischt auf allerlei Weise,
Allerlei Wege versucht, was irgend sie könnten erschaffen
Durch den Zusammentritt in ihrer verschiedenen Verbindung.
Und ists Wunder daher, wenn diese zuletzt in dergleichen
Lagen gerieten, in solches Getrieb, wodurch sich anjetzo
Stets sich erneuend, erhält die Summe der sämtlichen Wesen?

Hier ist das Prinzip des Mechanismus zur Erklärung der Welt im Großen angewendet. Aber Lukrez bezieht es auch speziell auf die Organisationsverhältnisse der Tiere. Er bekämpft die teleologische Ansicht, daß die einzelnen Organe des Tierkörpers ihrer Funktion wegen geschaffen worden seien, so das Auge zum Sehen, das Ohr zum Hören, die Beine zum Laufen, die Hände zum Greifen und die Zunge zum Sprechen.

Suche vor allem dich nur dem irrigen Wahn zu entziehen,
Dich sorgfältig vor ihm mit möglichem Fleiße zu wahren,
Daß du nicht wähnest, es seien die glänzenden Lichter der Augen
Dazu geschaffen, damit hinsehen wir können; auch Bein und
Schenkel könnten, gestützt auf den untern Fuß, sich nur deshalb
Beugen, um stattliche Schritte vorwärts zu setzen; auch seien
Nur deswegen vereint mit der starken Schulter die Arme,
Und zu den beiden Seiten als dienend die Hände gegeben,
Daß wir damit den Gebrauch der Lebensgeschäfte verrichten.
Und was übrigens noch auf dergleichen Weise man auslegt,
Ist im verkehrten Sinn und verdreht ein richtiges Urteil:
Weil an dem Körper nichts des Gebrauches wegen entstanden,
Sondern sich aus dem Entstandenen erst desselben Gebrauch gibt.
Auch das Sehen war nicht vor entstandenem Lichte der Augen,
Noch der Rede Gebrauch vor anerschaffener Zunge.
Ja, die Zunge war da lang vor der Entstehung der Sprache,
Und vor der Stimme Gehör das Ohr: auch alle die Glieder,
Wenigstens dünkt es mich so, sind vor dem Gebrauche gewesen,
Und so konnten sie nicht des Gebrauches wegen erwachsen.

Mit ganz besonderer Entschiedenheit aber wendet sich Lukrez gegen die naive, lediglich den Nutzen des Menschen ins Auge fassende Teleologie:

Ferner zu sagen, es sei dies herrliche Weltengebäude
Nur um der Menschen willen allein von den Göttern geschaffen,
Solch preiswürdiges Werk sei also gebührend zu loben,
— — — — — — — — — — — — —
Übertreibungen solcherlei Art, mein Memmius, sind mir
Albern, wie könnte denn wohl den Unsterblichen, Seligen etwas
Liegen an unserem Dank, daß unserethalben sie möchten
Irgend beginnen ein Werk?
— — — — — — — — — — — — —
Und welch Übel wär es für uns, wenn nie wir geschaffen?
Nur der Geborene mag so lange sich wünschen zu leben,
Als die wonnige Lust ihn hält, wer aber zuvor nie
Liebe zum Leben genoß, nie stand in der Lebenden Reihen,
Was verliert er dabei, wenn er niemals wurde geboren?

Ferner erinnert der Dichter daran, welch ungeheure Gebiete der Erde für den Menschen unbewohnbar sind: die von Tieren bewohnten Wälder, die Felsen, die ungeheuren Moräste, das Weltmeer und die durch die Glut der brennenden Sonne und den ewigen Eisfall verödeten Zonen. Er weist darauf hin, daß das, was der Mensch im Schweiße seines Angesichts geschaffen hat, durch die Sonnenglut versengt, durch den Regen ersäuft, durch den starrenden Frost getötet oder durch des Windes Gewalt im sausenden Wirbel zerrissen wird. Und weiter fragt er, warum die Natur auf der Erde und im Meere reißende Tiere zum Schaden des Menschen erzeuget und nährt, warum der Wechsel des Jahres uns tötliche Seuchen bringt, warum sich der Tod an Kinder und Säuglinge wagen darf und warum das Menschenkind so viel hilfloser geboren wird als das Vieh und das Wild.

Siehe, das Knäblein, es liegt, bedürftig jeglicher Hilfe,
Einem Gescheiterten gleich, den die Wut der Wellen heranwarf,
Nackt am Boden das Kind, nachdem an die Küsten des Lichtes
Durch die Wehen es erst aus dem Schoße die Mutter hervorbracht.
Traurig füllt es umher den Ort mit Wimmern, wie recht ist
Dem, dem im Leben annoch so manches der Übel bevorsteht

Aber wie anders wächset das Vieh, die Herden, das Wild auf,
Kinderklappern bedürfen sie nicht, noch schmeichelnder Ammen
Lallendes Kosen, auch nicht den Wechsel veränderter Kleidung
Nach der Wittrung des Jahrs, nicht brauchen sie Waffen noch Türme,
Um das Ihre zu schützen, denn alle versorget mit allem
Reichlich die Erde selbst und Natur die bildende Mutter.

Während in den bis jetzt erwähnten Versen des Lukrez die allgemeinen Prinzipien angedeutet sind, nach denen er die Organismen beurteilt, legt er uns an andern Stellen seine Ansichten über die Entstehung der Lebewesen im einzelnen dar. Der Grundgedanke ist wieder wie bei so vielen Philosophen des Altertums das Hervorgehen der Pflanzen und Tiere durch Selbstzeugung aus der Erde. Zuerst entstanden die Pflanzen, die aus der neugebornen Erde hervorsproßten wie Federn, Borsten und Haare aus den Leibern der Tiere. Später folgten die Tiere, die weder vom Himmel gefallen, noch aus salzigem Sumpf gestiegen, sondern gleich den Pflanzen aus der Erde entsprossen sind. Noch jetzt entstehen Tiere auf diese Weise, wieviel mehr mußten daher in frühern Zeiten erzeugt werden, da die Erde noch den Trieb und die Kraft der Jugend besaß. Von den Tieren schlüpften zuerst die Vögel aus den durch Urzeugung entstandenen Eiern, wie jetzt noch im Sommer die Heimchen freien Stückes die glattgerundeten Hüllen verlassen. Dann kamen die andern Tiere aus gebärmutterartigen Bälgen hervor, die aus dem Erdboden hervorsproßten, wo irgend sich nur ein geeigneter Ort fand. Gleichzeitig lenkte die Natur Röhren nach den Stellen, wo die Tiere entstanden, und zwang die Erde, aus ihren geöffneten Adern einen milchartigen Saft zu ergießen, der den jungen Tieren zur Nahrung diente. So reichte die Erde dem Kinde die Speise, die Wärme das Kleid und der sanft aufschwellende Rasen das weiche Bett.

Unter den auf diese Weise durch Selbstzeugung entstandenen ersten Geschöpfen befanden sich auch verschiedene Arten von seltsam geformten Mißgeburten, Wesen mit doppeltem Geschlecht, Stumme und Blinde, Fuß- und Handlose und solche, die mit ganzem Leibe fest aneinandergewachsen waren. Diese Ungeheuer erzeugte die

Erde aber umsonst, die Natur scheute ihre Vermehrung, und sie konnten die gewünschte Blüte des Alters nicht erreichen, sich keine Nahrung verschaffen oder in Werken der Liebe vereinigen. Nur die Formen, die irgendwelche günstigen Eigenschaften besaßen, konnten sich behaupten.

Mehrere Arten demnach der Lebenden mußten schon damals,
Nicht zur Vermehrung geschickt, sich ganz von der Erde verlieren.
Denn die wir jetzt noch sehn der belebenden Lüfte genießen,
Diese schützt und erhielt, seit erster Entstehung derselben,
List und Stärke zum Teil, zum Teil das Vermögen zu fliehen:
Mehrere nahmen wir auch, die sich anempfohlen durch Nutzen,
Willig in unsern Schutz und brachten sie fort auf die Zukunft.
Erst und vor andern hat das Geschlecht des feurigen Löwen
Seine Stärke beschützt, wie die übrigen reißenden Tiere;
Sowie die Füchse die List und die schnellen Läufe die Hirsche.
Aber die treue Brust des leicht nur schlummernden Hundes
Und das ganze Geschlecht der Lasten tragenden Tiere,
Auch das wollige Vieh, die Zucht der gehörneten Herden,
Diese, mein Memmius, sind dem Schutze des Menschen vertrauet.
Denn sie entflohen ängstlich den Tieren des Raubes und suchten
Frieden und ohne Gefahr erworbenes reichliches Futter,
Das wir auch gerne gewähren als Lohn für geleistete Dienste.
Aber welchen von ihnen es selbst versagt die Natur hat,
Teils zu erhalten sich selbst, teils Nutzen zu schaffen dem Menschen,
Wessenwillen wir Schutz und Nahrung ihnen gewähren,
Diese lagen nun da, als Raub und als Beute der andern,
Eingeschlungen ins Netz vom eigenen bösen Verhängnis,
Bis die Natur zuletzt die Gattungen gänzlich vertilgt hat.

In diesen Versen entwickelt Lukrez mit großer Klarheit das empedokleisch-darwinistische Prinzip der Naturauslese durch den

Kampf ums Dasein, ohne jedoch den letzten Schritt zu tun und es zur Erklärung der Entstehung neuer organischer Formen zu benutzen. Aber wenn er auch den eigentlichen organischen Entwicklungsgedanken noch nicht verkündet, so nähert er sich doch unsern heutigen Vorstellungen in vieler Hinsicht mehr als irgend ein anderer Schriftsteller des Altertums. Ganz besonders gilt dies von seinen Ausführungen über die Entwicklung des Menschengeschlechts. Lukrez nimmt zwar keinen wirklich tierischen Ursprung des Menschen an, aber doch ein Emporringen aus niederen, dem Tiere nahestehenden Formen. Das Menschengeschlecht der Urzeit war seiner Lehre nach härterer Natur als das heutige, hatte gewaltige Knochen und starke Sehnen und war abgehärtet gegen Frost, Hitze und ungewohnte Nahrung. Der Urmensch lebte dahin wie die Tiere des Feldes, in Wäldern und Höhlen, ohne Ackerbau, ohne Gesetz und Sitte.

> Da war keiner annoch des Pfluges rüstiger Lenker,
> Keiner verstand mit Eisen zu lockern die müßigen Äcker,
> Oder das zarte Reis in den Schoß der Erde zu senken,
> Oder den morschen Ast dem Baum mit der Hippe zu nehmen.
> — — — — — — — — — — — — —
> Was die Sonn und der Regen verlieh, freiwillig die Erde
> Vorbracht, war ein Geschenk, das reichlich genügte dem Herzen.
> Gütlich taten sie meist sich in eicheltragenden Wäldern;
> Früchte des Erdbeerbaumes, die noch jetzt man siehet im Winter
> Reifen mit Purpurrot, bot damals häufig die Erde,
> Größere noch; auch trug die blühende Jugend des Erdreichs
> Mehrere wilde Kost, dem dürftigen Menschen zur Labung.
> Quellen und Flüsse luden sie ein, den Durst sich zu stillen,
> Wie noch jetzt die Flut, den hohen Gebirgen entströmend,
> Weit durch Geräusch herruft die dürstenden Rudel des Wildes.
> Haingewölbe der Nymphen, die irrend umher sie gewahrten,
> Waren ihr Aufenthalt, aus denen das schlüpfrige Naß quoll,
> Welches bespülte mit reichlicher Flut die rieselnden Felsen,
> Rieselnde Felsen, auf grünendes Moos abträufelnd von oben,
> Teils auf ebnem Gefild ausbrach und sprudelnd hervorquoll.
> Noch verstanden sie nicht zu behandeln die Dinge mit Feuer,

Nicht der Felle Gebrauch noch in Raub sich zu kleiden der Tiere,
Sondern bewohnten die Haine, die Wälder und Höhlen der Berge,
Bargen unter Gesträuch die schmutzigen Glieder, gezwungen
Sich vor Regen und Wut der stürmenden Winde zu schützen.
Auf das gemeinsame Wohl ward keine Sorge gerichtet,
Sitten kannten sie nicht, auch nicht den Gebrauch der Gesetze.
Was der Zufall jeglichem gab, das nahm er zum Raub hin,
Jeder nach seinem Trieb nur besorgt für Leben und Wohlsein.

Erst allmählich lernten die Menschen Hütten zu bauen, Felder zu bestellen, Kleider zu fertigen und Feuer zu benutzen. Sie taten sich zu Familien zusammen und wurden milderen Sinnes.

Nachher als sie sich Hütten verschafft und Feuer und Felle,
Und mit dem Manne das Weib begann zusammenzuwohnen,
Als die ergötzliche Frucht der keuschen Ehen erkannt ward
Im gesonderten Liebesverein und man Kinder erblühen sah,
Da erst nahm das Menschengeschlecht die weichere Bildung.

Jetzt entstand auch das Bedürfnis der Sprache. Die Natur zwang den Menschen, mannigfache Laute auszustoßen, das Bedürfnis erpreßte der Dinge Benamung. Es ist dies nicht wunderbar, denn selbst die Tiere bringen, obgleich sie von Natur stumm sind, bei Furcht, Schmerz und Freude verschiedene Laute hervor.

Rümpft der molossische Bracke die weichen bangenden Lefzen,
Wenn man ihn reizt, und knurrt und zeigt die entblößeten Zähne,
Dann ist anders der Laut, womit sein fletschender Grimm droht,
Als wenn mit lautem Gebell er ringsher alles erfüllet.
Doch wenn die Jungen er nun mit schmeichelnder Zunge belecket,
Sie mit den Pfoten kollert, mit zärtlichen Bissen sie anfällt,
Und mit behutsamem Zahn gleichsam zu verschlingen sie scheinet,
Gleicht bei weitem dann nicht sein schmeichelndes spielendes Klaffen
Jenem, wenn eingesperrt er das Haus durchheulet, noch wenn er

Winselnd den Schlägen entflieht, mit eingezogenem Rücken.
Und dann scheinet nicht auch verschieden das Wiehern der Rosse,
Wenn der blühende Hengst voll Jugendkraft im Gestüte
Tobt, vom Sporne gereizt des flügelbeschwingeten Gottes;
Oder zu anderer Zeit aufwiehert mit zitternden Gliedern
Und zum Kampfe bereit durch die Nüstern schnaubet und aufbraust?
Endlich verschiedene Arten der Vögel, des bunten Geflügels,
Habicht, Adler und Möven, die wohnen auf Wogen des Meeres,
Und auf der salzigen Flut sich Nahrung suchen und leben,
Geben von sich zu anderer Zeit ganz andere Stimmen,
Als wenn sie zanken um Raub und sich um die Nahrung bekämpfen.
Teils verändern sie auch mit dem Wetter ihr rauhes Gekrächze,
Wie das bejahrte Krähengeschlecht und die Schwärme der Raben:
Alsdann sagt man von ihnen, sie forderten Wasser und Regen,
Riefen zuweilen mit ihrem Geschrei die Winde und Stürme.

In diesen Versen offenbart sich uns Lukrez als scharfer Naturbeobachter, der den Regungen der Tierseele mit Verständnis gefolgt ist und das Band erkannt hat, das Mensch und Tier miteinander verbindet.

Während Lukrez und die übrigen Epikuräer eine positive mechanische Naturansicht entwickelten, beschränkten sich die Skeptiker wesentlich auf eine Kritik der teleologischen Lehren. So bezweifelt Karneades die stoische Ansicht von der Vernünftigkeit und Zweckmäßigkeit der Welt. Er fragt, woher all die dem Menschen verderblichen und gefährlichen Dinge, wie Ungeziefer, Giftpflanzen und reißende Tiere kommen, wenn ein Gott die Welt um des Menschen willen gemacht hat. Er spottet über die naiv teleologischen Auffassungen der Stoiker, indem er zeigt, zu welchen Konsequenzen sie führen. Wenn das Schwein dazu da sei, um geschlachtet zu werden, so würde es eben dadurch das erreichen, wozu es bestimmt sei; dies zu erreichen, sei aber einem Wesen vorteilhaft, es müßte also für das Schwein vorteilhaft sein, geschlachtet zu werden. Die Vernunft werde als das

höchste Geschenk der Gottheit gepriesen, die Mehrzahl der Menschen aber gebrauche ihre Vernunft nur, um schlimmer zu sein als die Tiere. Die Erfahrung zeige, daß die Rechtschaffenen elend umkommen, während die Verbrecher die Früchte ihrer Schandtaten ruhig genießen könnten. Wenn man aber auch zugebe, daß die Welt zweckmäßig eingerichtet sei, so sei damit noch nicht die Unmöglichkeit bewiesen, daß die Natur auch ohne einen Gott die Zweckmäßigkeit hervorgebracht habe, da niemand die Natur und ihre Kräfte genau genug kenne. Das höhere Wesen könne die Natur selbst sein, die Annahme eines vernünftigen, menschenfreundlichen, göttlichen Wesens sei nicht zwingend. Wenn die Stoiker die Welt mit einem Wohnhaus für die Götter verglichen, so frage es sich, ob dieser Vergleich berechtigt sei, ob die Welt wirklich ein Haus darstelle, ob sie für einen bestimmten Zweck gebaut oder ein einfaches, zweckloses Naturprodukt sei.

Im Gegensatz zum Skeptizismus waren die andern Ausläufer der griechischen Philosophie, der Neupythagoräismus, der Philonismus und der Neuplatonismus von teleologischen Grundgedanken beherrscht. Nach den Neupythagoräern ist die Welt das Abbild der ewigen Formen, der Ideen oder Zahlen, und daher das Beste unter dem Gewordenen, harmonisch in ihrer Verfassung. Das Übel ist ein wohltätiges Werk der Vorsehung und dient zum Besten der Welt. Die Welt und das Menschengeschlecht sind ewig und unvergänglich, was aber verheerende Revolutionen in einzelnen Ländern nicht ausschließt.

Unter den pythagoräisierenden Platonikern lehrte Plutarch von Chäronea, daß Gott das Gute sei, das in neidlosem Wohltun die Welt aufs schönste und heilsamste geordnet habe. Die Unvollkommenheiten und Mängel dagegen führte er auf ein zweites oberstes Prinzip, die böse Weltseele, zurück. Denn er hielt ein Schlechtes für undenkbar, wenn alles von Gott stammte. Gott zum Urheber des Bösen machen, war ihm gleichbedeutend mit der Aufhebung der göttlichen Idee.

Auch nach der Lehre des jüdisch-griechischen Philosophen Philo, eines Zeitgenossen Christi, kann von Gott nur Gutes und Vollkommenes, nur Leben und Ordnung herstammen. Die Unvollkommenheit des Endlichen, die Naturnotwendigkeit, die Leblosigkeit des Materiellen, das Böse stammen von einem zweiten,

gleichewigen Prinzip, der Materie. Gott scheidet die in chaotischer Mischung durcheinanderliegenden Stoffe und verknüpft sie in harmonischer Weise. Doch kann er dies nicht unmittelbar tun, da der Vollkommene sich nicht mit der Materie beflecken darf. Daher müssen wir Mittelwesen zwischen Gott und der sichtbaren Welt annehmen, an die Gottes Einwirkung auf die Welt geknüpft ist. Diese Mittelwesen bilden die übersinnliche Welt der Ideen und wurden vor der Weltbildung von Gott erzeugt. Sie sind nicht bloß die Musterbilder, sondern zugleich die wirkenden Ursachen, die Kräfte, die die untergeordneten Stoffe in Ordnung bringen. Durch sie ist Gott in der Welt tätig, sie sind die Werkzeuge und Diener seines Willens. Am höchsten unter ihnen steht der Logos, in dem sich alle Wirkungen Gottes zur Einheit zusammenfassen. Er ist der allgemeinste Vermittler zwischen Gott und Welt, der Stellvertreter und Gesandte Gottes, der dessen Befehle der Welt überbringt, das Werkzeug, durch das Gott die ganze Welt geschaffen hat, die künstlerisch bildende und lebendig besamende Vernunft.

Philo versucht wie die Stoiker die Existenz dieser vernünftigen Kraft aus der zweckmäßigen Beschaffenheit der Welt zu erweisen. Er hebt dabei hauptsächlich den Zusammenhang des Himmlischen mit dem Irdischen, die Sympathie zwischen den Teilen der Welt hervor. Sie soll namentlich in den Zahlenverhältnissen erkannt werden, nach denen alles geordnet ist. Überhaupt macht Philo von der Zahlensymbolik einen weitgehenden Gebrauch und wendet sie auch auf die mosaische Schöpfungsgeschichte an. So sind die Tiere am fünften Tage erschaffen worden, weil es fünf Sinne gibt und die Sinnlichkeit das unterscheidende Merkmal der lebenden Wesen ist.

In bezug auf die Erschaffung des Menschen lehrt Philo, daß er gleich allen andern Geschöpfen durch die Vermittlung des Logos gebildet wurde. Nur die Seele des Menschen wurde, soweit sie gut ist, von Gott selbst ins Dasein gerufen. Die Menschenschöpfung, wie sie von Mose im ersten Kapitel der Genesis berichtet wird, bezieht sich nur auf den himmlischen Menschen, den Menschen in seinem vorzeitlichen Zustande. Erst später wurde durch das Zusammenwirken Gottes und niederer Dämonen der irdische Mensch gebildet, worauf sich der Bericht im zweiten Kapitel der Genesis beziehen soll. Die Dämonen schufen den

Leib und die niedere Seele, Gott schuf den Geist. Während der himmlische Mensch noch geschlechtslos war, weder männlich noch weiblich, wurde der irdische Mensch geschlechtlich differenziert und damit den Versuchungen der Sinnlichkeit ausgesetzt, die mit der Erschaffung des Weibes begannen.

Mit dem Philonismus berührt sich der Neuplatonismus in der Lehre von der Weltharmonie. Das Weltganze ist nach Plotin ein lebendes Wesen, bei dem jeder einzelne Teil im Einklang mit dem Ganzen steht. Plotin preist in begeisterten Worten die Vollkommenheit und Schönheit der Welt gegenüber den geringschätzigen Vorstellungen der christlichen Gnostiker, die ihm als wahrer Aberwitz erscheinen. In dem Kampf und Zwiespalt, der den Einklang zu stören scheint, sieht er in Wahrheit ein Mittel seiner Erhaltung, denn wenn die Welt ein Ganzes sein sollte, so mußte Unterschied und Gegensatz in ihr sein, so mußte sich in ihr aus Entgegengesetztem die Harmonie herstellen, wie im Schauspiel aus dem Streit der handelnden Personen oder in der Musik aus hohen und tiefen Tönen.

So klingt die griechische Philosophie aus in einer entschieden teleologischen Weltansicht. Blicken wir zurück auf den durchlaufenen Weg, so finden wir vieles vorhanden oder angedeutet, was heute die Geister auf biophilosophischem Gebiete bewegt. Wir finden den Gegensatz zwischen mechanischer und teleologischer Erklärung der organischen Zweckmäßigkeit scharf präzisiert, die Ansicht von der natürlichen Entstehung der Lebewesen durch Urzeugung und die Ansicht von der übernatürlichen Enstehung durch Schöpfung klar ausgesprochen. Wir finden die Lehre von dem ewigen Werden aller Dinge der Lehre von dem ewigen Sein gegenübergestellt. Wir finden den Speziesbegriff formuliert und die Erscheinungen der Variabilität, der Vererbung und des Kampfes ums Dasein behandelt, ja sogar eine Vererbungstheorie aufgestellt. Wir finden die Vorstellung einer stufenweis sich erhebenden Vervollkommnung der Organisation und die Annahme von verbindenden Zwischengliedern, sowie die Idee eines einheitlichen Bauplans der organischen Wesen. Aber so weit die Anklänge an die biologischen Probleme der heutigen Zeit auch gehen mögen, der eigentliche organische Entwicklungsgedanke, die Lehre von der Blutsverwandtschaft aller Organismen, von der Hervorbildung der höhern Formen aus den niedern, war dem griechischen

Altertum noch fremd. Die Arten der Tiere und Pflanzen galten als getrennte Wesenheiten, die unabhängig voneinander durch Schöpfung oder Urzeugung entstanden sind. Es bedurfte eines weit umfassenderen empirischen Materials, als es dem Altertum zur Verfügung stand, um den organischen Entwicklungsgedanken ins Leben zu rufen. Erst das achtzehnte Jahrhundert hat diesen Gedanken geboren, erst das neunzehnte hat ihn zur festen Basis der biologischen Forschung gemacht.

Literatur.

Zeller, Die Philosophie der Griechen. 3. Auflage. Leipzig, Reisland. 1876 bis 1881.

Zeller, Die griechischen Vorläufer Darwins. Abhandlungen der Berliner Akademie der Wissenschaften. 1878.

Lange, Geschichte des Materialismus. Bd. I. 3. Auflage. Iserlohn, Baedeker. 1876.

Xenophon, Erinnerungen an Sokrates. Übersetzt von Güthling. Leipzig, Reclam.

Plato, Phädon. Übersetzt von Schleiermacher. Leipzig, Reclam.

Plato, Timäos. Leipzig, Engelmann. 1853.

Aristoteles, Tiergeschichte. Übersetzt von Külb. Stuttgart, Metzler. 1856 bis 1857.

Aristoteles, Über die Teile der Tiere. Übersetzt von Karsch. Stuttgart, Hoffmann. 1855.

Aristoteles, Von der Zeugung und Entwicklung der Tiere. Übersetzt von Aubert und Wimmer. Leipzig, Engelmann. 1860.

Lewes, Aristoteles. Übersetzt von Carus. Leipzig, Brockhaus. 1865.

Meyer, Aristoteles Tierkunde. Berlin, Reimer. 1855.

Arrhianos, Epiktetos Unterredungen. Übersetzt von Enk. Wien, Gerold. 1866.

Seneca, Ausgewählte Schriften. Leipzig, Reclam.

Marc Aurel, Selbstbetrachtungen. Übersetzt von Wittstock. Leipzig, Reclam.

Lucretius Carus, Von der Natur der Dinge. Übersetzt von Knebel. Leipzig, Reclam.

Die süddeutschen Erdbeben im Frühjahr 1903

Von **Heinrich Leutz**

Professor am Real- und Reformgymnasium zu Karlsruhe.

Am Abend des 24. Januar 1880 wurde in ganz Südwestdeutschland ein Erdbeben wahrgenommen, dessen Herd nach den Erhebungen der Erdbebenkommission des Karlsruher Naturwissenschaftlichen Vereines in der Gegend von Kandel in der bayerischen Pfalz, ungefähr 16 km westlich von Karlsruhe, lag. Im Jahre 1903 gingen vom gleichen Herde mehrere Erschütterungen aus, welche vom Januar ab mehrere Monate hindurch da und dort vereinzelt beobachtet wurden. Am stärksten bemerkbar wurden diese Stöße am 22. März 1903. An diesem Tage fanden drei starke Erschütterungen statt, morgens etwa $6^h 6^m$, mittags $1^h 56^m$, abends etwa $6^h 30^m$. Die Erschütterung um 6^h morgens übertraf an Stärke die Erschütterung von 1880 bedeutend, aber sie wurde nicht auf einem so weiten Gebiet wahrgenommen. 1880 hatten sich zwei Haupterschütterungsgebiete gezeigt, das größere unmittelbar in der Nähe des Rheines, um Kandel, das kleinere auf dem Schwarzwald um Herrenwies, etwa 30 km südlich von Karlsruhe. 1903 wurde eine Erschütterung dieses südlich von Karlsruhe gelegenen Gebietes erst 7 Tage nach der Erschütterung des von Kandel aus beeinflußten Gebietes bemerkt und Orte, welche 1880 an der südlichen Grenze des erschütterten Gebietes lagen, bildeten 1903 die nördliche Grenze. Nach Osten hin erstreckte sich 1880 das Beben bis nach Steinheim, das etwa 120 km von Karlsruhe entfernt ist; 1903 wird die Ostgrenze des erschütterten Gebietes durch eine über Karlsruhe und Ettlingen laufende Linie bezeichnet. Auch nach Norden hin wurde das Erdbeben von 1880 viel weiter verspürt, als das von 1903. Im Jahre 1880 wurde die Erschütterung noch in dem etwa 60 km nördlich von Karlsruhe gelegenen Weinheim an der Bergstraße bemerkt, 1903 war der nördlichste Punkt, aus dem Nachricht über eine beobachtete

Erschütterung kam, Lambrecht in der Rheinpfalz, etwa 30 km nördlich von Karlsruhe, während eine ganze Reihe von Ortschaften, die südlicher liegen, verneinende Berichte schickten. Ein Blick auf die beigegebene Karte zeigt, daß die Verbreitung des Bebens von 1903 im westlichen Teil des erschütterten Gebietes eine auffallende Verlängerung nach Norden und Süden hin zeigt, erstere nach Berichten aus Edenkoben, St. Martin und Lambrecht, letztere nach den Berichten aus Kesseldorf, Beinheim, Röschwoog und Fort Louis. —

Die Bezeichnung der Orte von gleicher Bebenstärke ist auf der Karte nach dem Vorschlage von Sieberg (Erdbebenkunde S. 264) durchgeführt, wobei vier Stärkegrade unterschieden wurden. Durch rote Sterne sind die am stärksten erschütterten Orte bezeichnet etwa der Stärke VIII der Forel-Rossischen Skala*) entsprechend, rote Quadrate bezeichnen sehr stark erschütterte, rote Dreiecke stark erschütterte Gebiete. Rot ausgefüllt werden die Kreise der Ortschaften, welche das Beben wahrgenommen haben, schwarz ausgefüllt die Kreise der Ortschaften, aus denen die bestimmte Versicherung einlief, daß niemand etwas wahrgenommen habe. Auf diese Art ergibt ein Blick auf die Karte, daß die Orte Kandel, Winden, Minfeld, Wörth am Rhein, Pfortz, Jockgrimm und Maxau

*) I. Mikroseismische Bewegung, aufgezeichnet von einem Seismographen oder von mehreren Instrumenten derselben Art, aber nicht imstande. Seismographen von verschiedener Art in Tätigkeit zu versetzen. Von geübten Beobachtern bemerkt.

II. Stoß von Seismographen verschiedener Systeme aufgezeichnet, beobachtet von einzelnen im Zustande der Ruhe befindlichen Personen.

III. Erschütterung beobachtet von mehreren Personen in der Ruhe, stark genug, daß Dauer oder Richtung geschätzt werden können.

IV. Erschütterung von Personen in Tätigkeit beobachtet, Erschütterung beweglicher Gegenstände, der Fenster und Türen, Krachen der Dielen.

V. Erschütterung allgemein von der ganzen Bevölkerung bemerkt, Erschütterungen größerer Gegenstände, der Möbel, Betten, Anschlagen von Hausglocken.

VI. Allgemeines Erwachen der Schlafenden, Schwanken von Kronleuchtern, Stillstehen von Uhren, sichtbares Schwanken der Bäume und Sträucher.

VII. Umstürzen von beweglichen Gegenständen, Ablösen von Gipsstücken aus der Decke und von den Wänden, Anschlagen von Kirchenglocken. Allgemeiner Schrecken.

VIII. Herabstürzen von Kaminen, Risse in den Mauern von Gebäuden.

IX. Teilweise oder gänzliche Zerstörung einzelner Gebäude

X. Umsturz von Erdschichten, Spalten in der Erdrinde, Bergstürze.

im Haupterschütterungsgebiet liegen, daß dieses Haupterschütterungsgebiet von einem Gürtel sehr stark erschütterter Orte umgeben wird, und daß nur südöstlich und nordwestlich eine allmähliche Abnahme erfolgt, während im übrigen die Abnahme der Stärke sprungweise geschieht. Im Osten folgen unmittelbar auf stark erschütterte Gebiete solche, in denen die Erschütterung gar nicht wahrgenommen wurde. Nach Westen hin liegt das menschenleere Gebiet der Frankweide, so daß hier das Gebiet der Erschütterung nicht so scharf begrenzt werden konnte.

In der tabellarischen Vergleichung der beiden Erdbeben wurde für das Erdbeben von 1880 die Bearbeitung durch die Erdbebenkommission des Karlsruher Naturwissenschaftlichen Vereines zugrunde gelegt. (Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Karlsruhe 1880.) Für das Erdbeben von 1903 konnten außer den zahlreichen Berichten, welche von Karlsruhe aus teils durch Fragekarten, teils persönlich an Ort und Stelle eingeholt wurden, die von der Kaiserlichen Hauptstation für Erdbebenforschung in Straßburg in dankenswertester Weise überlassenen Fragekarten benützt werden. Die Hauptstation hat außerdem die von ihrem Vicentinischen Mikroseismographen gelieferten Aufzeichnungen zur Verfügung gestellt, Herr Prof. Wiechert einen Bericht über die Aufzeichnung seines astatischen Pendels in Göttingen, Herr Dr. Etzold einen Bericht[1] über die Aufzeichnung des in Leipzig aufgestellten Wiechertschen astatischen Pendels und Herr Dr. Reindl seine Darstellung[2] des Pfälzer Bebens von 1903. Ortschaften, aus denen besonders ausführliche Berichte vorliegen, sind durch einen * hervorgehoben; wo über das Beben von 1880 nichts bemerkt ist, war 1880 keine Nachricht eingelaufen.

I. Rheinpfalz

1. **Albersweiler**, kurz nach 6^h, IV.
2. **Annweiler**, etwa 7^h, IV, N—S (1880 NO—SW).
3. **Arzheim**, $6^h 10^m 40^s$, IV, wellenartig O—W, rollendes Geräusch von einzelnen gehört.
4. **Barbelroth**, $6^h 8^m$, IV, schräg von unten herauf, W—O, donnerndes Rollen aus der Tiefe (1880 beobachtet).
6. **Berg**, $6^h 10^m$, IV.

---

[1] Berichte der mathematisch-physischen Klasse der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Sitzung vom 1. August 1903.

[2] Geognostische Jahreshefte 1903, 16. Jahrgang, München.

7. Beinheim, $6^h 5^m$, IV, O—W.
8. Bergzabern, ungefähr $6^h 5^m$, IV, S–N. Gleichzeitig rollendes Geräusch.
9. Billigheim, etwa $6^h 5^m$, IV, O—W, dumpf rollendes Donnern (1880 abends 7^h, dann morgens 4^h, V, NW—SO, Stoß mehr vertikal als horizontal, am Abend stärker als am Morgen).
10. Birkenhördt, kurz nach 6^h, IV, schräg von unten in S—N. Geräusch wie Sturmwind.*
11. Birkweiler, $6^h 10^m$, III, S—N. Gleichzeitig donnerndes Rollen.
12. Blankenborn, $5^h 30^m$, IV.
13. Bobenthal, $6^h 5^m$, III. Geräusch wie ferner Sprengschuß ging voraus.
14. Böllenborn, $6^h 5^m$, IV.
15. Bornheim, etwa 6^h, IV, W—O.
16. Bruchweiler, $6^h 10^m$, IV, SW—NO, morgens um 3^h schon Beben von Stärke II.
17. Büchelberg, etwa 6^h, IV, (1880 beobachtet).
18. Dammheim, $6^h 8^m$, donnerähnliches Geräusch.
19. Dernbach, $6^h 15^m$, IV.
20. Dürbach, 1880 und 1903 beobachtet.
21. Dörrenbach, 6^h, IV (1880 beobachtet).
22. Dürkheim, IV (1880, IV SW—NO).
23. Edenkoben, IV (1880, IV).
24. Erfweiler, 6^h, III, NW–SO.
25. Eschbach, $5^h 55^m$, IV.
26. Essingen, $6^h 5^m$, III, N—S (1880, III).
27. Eußerthal, 6^h, donnerähnliches Geräusch.
28. Franckeneck, 1903 und 1880 beobachtet.
29. Frankweiler, $6^h 6^m$, III.
30. Freckenfeld, IV, O – W.
31. Freimersheim, nach 6^h, III.
32. Gleiszellen-Gleishorbach, $6^h 15^m$, III.
33. Godramstein, $6^h 10^m$.
34. Gossersweiler, 6^h.
35. Gräfenhausen, 6^h, IV, dumpfes, donnerähnliches Rollen.
36. Hagenbach, $6^h 8^m$, V, O – W (1880 sehr heftig).
37. Hainfeld, 6^h, III, dumpfes Rollen.
38. Hauenstein, $6^h 15^m$.
39. Heiligenstein, III (1880 N—S).
40. Herxheim, $6^h 5^m$, IV, N—S. Gepolter wie Lastwagen und Sturmwind. (1880 beobachtet.)
41. Heuchelheim (1880 beobachtet).
42. Hördt, 6^h, IV, tosendes Geräusch wie ein Eisenbahnzug. Vorher am 25. Januar. (1880 beobachtet, V.)
43. Ilbesheim, etwa 6^h, III.
44. Impflingen, vor $6^h 30^m$, IV, dumpfes Getöse.
45. Ingenheim, $6^h 5^m$, IV, Gepolter. (1880 beobachtet.)
46. Insheim, gleich nach 6^h, III, Gepolter.
47. Kallstadt (1880, S–N, III).

48. Kandel, $6^h 7^m$, VIII, wellenförmig, NW—SO, anhaltendes Donnern in der Tiefe mit plötzlichem Schluß. (Besondere Bemerkungen.) (1880, VI, SO—NW.)
49. Kapellen, beobachtet.
50. Kapsweyer, $6^h 9^m$, V, S—N, wellenförmige Bewegung, donnerndes Rollen in der Tiefe, dem ein summendes Geräusch voranging.
51. Klingenmünster, $6^h 10^m$, V, S—N, Geräusch wie Poltern eines schweren Lastwagens, schüttelnde Bewegung (1880 beobachtet).
52. Knittelsheim, $6^h 8^m$, IV, S—N.
53. Kuhardt (1880 beobachtet).
54. Lachen (1880).
55. Lambrecht, etwa 6^h, IV, S—N, kurzer Ruck.
56. Landau, $6^h 8^m$, IV, O—W, Geräusch wie bei einer Dampfwalze (1880, IV, O—W, W—O.)
57. Langenberg, kurz nach 6^h, S—N, V.
58. Leimersheim, 6^h, IV (1880, SW—NO).
59. Leinsweiler, $6^h 15^m$, III.
60. Lindelbrunnerhof (Forsthaus), III.
61. Lingenfeld, $6^h 10^m$, III (1880, N—S, III).
62. Lug, zwischen $6^h 45^m$ und 7^h, III.
63. Maximiliansau, $6^h 8^m$, VII, NW—SO.
64. Mechtersheim, N—S, III, Geräusch wie Sturmwind und Donnern (1880, N—S).
65. Minfeld, zwischen $6^h 5^m$ und $6^h 10^m$, VI. Von SO kommend nach SW weitergehend, wellenförmig, rollendes Getöse (1880, W—O, IV).
66. Mörlheim, IV.
67. Mörzheim, $6^h 5^m$, IV, wellenförmig, rollendes Getöse (1880 beobachtet).
68. Mühlhofen, S—N, IV (1880 beobachtet).
69. Münchhausen, $6^h 10^m$, IV, W—NO, donnerähnliches, unterirdisches Rollen.
70. Neuburg, IV, auch 1880 beobachtet.
71. Neupfortz, $6^h 5^m$, V, W—SO, Stoß von untenherauf.
72. Niederhorbach, $6^h 6^m$, V, wellenförmig, S—N.
73. Niederlustadt, kurz nach 6^h.
74. Niederschlettenbach, $6^h 15^m$, III.*
75. Nothweiler, $6^h 15^m$, IV, ONO—WSW, rollendes Geräusch wie ein Lastwagen.
76. Nußdorf, nach 6^h, III, W—O.
77. Oberhochstadt, $6^h 9^m$, III, SW—NO, wogendes unterirdisches Geräusch.
78. Oberlustadt, $6^h 15^m$, III, W—O.
79. Oberotterbach, etwa 6^h, III (1880 beobachtet).
80. Offenbach, $6^h 5^m$, IV, O—W (1880 beobachtet).
81. Ottersheim, etwa 6^h, IV.
82. Pfortz, nach 6^h, VI (1880 beobachtet).
83. Pleisweiler, III, O—W.
84. Queichhambach, $6^h 15^m$, IV (1880 beobachtet).
85. Queichheim, beobachtet.
86. Ranschbach, $6^h 15^m$, IV.
87. Rechtenbach, 1880 beobachtet, 1903 verneinende Nachricht.

88. Reißdorf, beobachtet.
89. Rheinzabern, $6^h 8^m$, IV, W—O, dumpfes, unterirdisches Donnern (1880 N—S, III).
90. Rinnthal, $6^h 8^m$, IV, SW—NO.
91. Rohrbach, $6^h 8^m$, IV, dreimaliges Schwanken von O—W, dumpfes Geräusch
92. Rülzheim (1880 beobachtet, III), 1903 ohne Nachricht.
93. Schaidt, um 6^h, IV (1880 beobachtet).
94. Schindhardt, $5^h 20^m$, W—O, IV.
95. Schleithal, $6^h 10^m$, IV, 2 Stöße in 2 Sekunden.*
96. Schwanheim, $5^h 30^m$.
97. Schweigen, $6^h 10^m$, IV, donnerähnliches Geräusch (1880 beobachtet).
98. Siebeldingen, $6^h 10^m$, IV, W—O, unterirdisches Rollen.
99. Silz, $6^h 15^m$.
100. Sondersheim, $6^h 15^m$, IV, schüttelnde Bewegung von W—O.
101. Speyer (1880 beobachtet, S—N, III), 1903 nichts wahrgenommen.
102. Spirkelbach, etwa um 6^h, III.
103. Steinfeld, etwa 6^h, zwei rasch aufeinanderfolgende Stöße.*
104. Völkersweiler, etwa $6^h 30^m$.*
105. Vorderweidenthal, 4^h morgens.*
106. Waldhambach, 6^h, SO—NW.
107. Waldrohrbach, 6^h.
109. Walsheim, $6^h 10^m$, IV, Geräusch von einzelnen wahrgenommen.
110. Westheim (1880, N—S).
111. Weingarten, einige Minuten nach 6^h, III, SW—NO, vorher schon um 4^h, SW—NO.
112. Wernersberg, $6^h 15^m$, IV.
113. Wilgartswiesen, zwischen 6^h und $6^h 30^m$, SW—NO.
114. Winden, $6^h 8^m$, VI, N—S, rollendes Geräusch wie ferner Donner aus dem Boden *
115. Wörth, $6^h 5^m$, VI, WNW—OSO (1880, V).*
116. Zeiskam, etwa $6^h 5^m$, IV, W—O, Poltern eines schwerbeladenen Wagens (1880, N—S, III.)

II. Elsaß.

117. Aschbach, 6^h, IV.
118. Birlenbach, $6^h 10^m$, IV.
119. Dambach (1880 beobachtet).
120. Drachenbronn, 6^h, IV, kurzer Stoß von NO—SW.
121. Eberbach, $5^h 50^m$, IV, O—W.
122. Fort Louis, nur vorher, nachts 12^h, IV, O—W.
123. Forstfeld, vor 6^h, IV, O—W.
124. Hatten, nachts $11^h 20^m$, IV, O—W, dumpfes Rollen wie ferner Donner.
125. Hermersweiler, 6^h, IV, W—O, dumpfes Rollen.
126. Hofen, $6^h 30^m$, IV, S—N.
125. Kaidenburg, $6^h 9^m$, IV, O—W, anhaltendes dumpfes Rollen.
125. Kauffenheim, $6^h 10^m$, IV, W—O.
127. Kesseldorf, $6^h 5^m$, IV, S—N.

128. Kleeburg, $6^h 30^m$.
129. Krottweiler, $6^h 15^m$, IV, S—N, rollendes Poltern.
130. Kühlendorf, $6^h 30^m$, IV, S—N, Geräusch wie Poltern im Keller.
131. Kutzenhausen, kurz nach 6^h, IV.
132. Lauterburg, $6^h 10^m$, IV, W—O, Geräusch wie Wagengerassel.
133. Leitersweiler, etwa 6^h, IV, W—O.
134. Lichtenberg (1880 beobachtet, 1903 ohne Nachricht).
135. Mothern, zwischen 6^h und $6^h 30^m$, IV, SO—NW.
136. Neeweiler, $6^h 10^m$, IV, O—W, donnerähnliches Rollen.
137. Niederlauterbach, $6^h 10^m$, IV, W—O (1880 beobachtet).
138. Niederrödern, kurz nach 6^h, IV.
139. Niederseebach, $6^h 9^m$, IV, O—W, Poltern.
140. Oberlauterbach, etwa $5^h 30^m$, IV.
141. Oberrödern, kurz nach 6^h, IV, O—W.
142. Oberseebach, $6^h 10^m$, IV, S—N.
143. Reimersweiler, 6^h, IV.
144. Retschweiler, $6^h 15^m$, W—O, dumpfes Geräusch.
145. Roppenheim, $5^h 45^m$, III.
146. Rott, $5^h 55^m$.
147. Salmbach, $6^h 10^m$, IV.
148. Selz, etwa 6^h, IV (1880 beobachtet).
149. Sessenheim (1880, NO—SW, beobachtet, 1903 ohne Nachricht).
150. Siegen, $6^h 10^m$, IV, W—O, dumpfes Tosen im Boden.
151. Straßburg, Aufzeichnungen der Seismometer.*
152. Stundweiler, $5^h 45^m$, III.
153. Suffelnheim, 6^h, III.
154. Sulz (1880, V).
155. Trimbach, $6^h 10^m$, IV, O—W.
156. Weißenburg, $6^h 10^m$, IV, W—O* (1880 beobachtet).
157. Windstein (1880 beobachtet, 1903 ohne Nachricht).
158. Wingen, $5^h 55^m$, IV.
159. Winzenbach, 6^h, III.

III. Baden.

160. Altlußheim, 1903 und 1880 beobachtet.
161. Au am Rhein, zwischen 5^h und 6^h, IV.
162. Baden (1880 beobachtet, 1903 nicht mit Sicherheit zu ermitteln).
163. Bauerbach (1880, W—NO).
164. Bauschlott (1890, O—W).
165. Bietigheim, $5^h 55^m$, III?
166. Bretten, etwa 6^h, III? (1880 beobachtet).*
167. Büchig (1880, S—N).
168. Daxlanden, etwa 6^h, IV.
169. Durlach, 1903 nicht, 1880 beobachtet.
170. Eggenstein, 6^h, IV (1880, NO—SW).
171. Elchesheim, 6^h, III.
172. Ettlingen, 6^h, III, schräg von unten in O—W.

173. Forchheim, $5^h 58^m$, IV, O—W.
174. Friedrichsthal (1880, W—O).
175. Graben (1880 beobachtet).
176. Grünwinkel zwischen $6^h 6^m$ und $6^h 10^m$, IV, schräg von unten in Richtung O—W.
177. Heidelberg, Herrenwies, Hochstetten, Hundsbach, Huttenheim, Jöhlingen (alle 1880 beobachtet).
178. Karlsruhe, $6^h 6^m$, IV.*
179. Kappelwindeck und Kieselbronn (1880).
180. Knielingen, 6^h, IV.
181. Kork (1880).
182. Leopoldshafen, etwa 6^h, V (1880 beobachtet).
183. Linkenheim, $6^h 10^m$, IV, O—W, dumpfes Donnern aus dem Boden.
184. Malsch (1880).
185. Maxau, $6^h 10^m$, V, kurze Stöße in SW—NO (1880 NNO—SSW, V).
186. Mörsch, um 6^h beobachtet.
187. Mühlburg, um 6^h, IV, O—W.
188. Neuburgweier, etwa 6^h, IV, NO—SW.
189. Neusatz (1880 beobachtet).
190. Oberhausen, 6^h, IV.*
191. Obertsroth (1880 beobachtet).
192. Oetigheim, kurz nach 6^h, III.
193. Philippsburg, $6^h 11^m$, IV, SO—NW.
194. Pforzheim, Plättig, Plittersdorf, Sand, Sasbachwalden, Stettfeld, Rastatt (1880 beobachtet).
195. Rheinsheim, etwa 6^h.
196. Roth, Rußheim, St. Leon, Stafforth, Schwarzach (1880 beobachtet).
197. Teutschneureuth, 6^h, IV.*
198. Welschneureuth, 6^h, IV, Sausen in der Luft.

Aus Kandel berichtet Herr F. W. Wolff, daß schon am 23. Januar 1903 ganz leichte Stöße beobachtet worden seien, daß diese gegen Ende Januar an Heftigkeit zunahmen und daß am 1. Februar mittags 4 Uhr ein sehr heftiger Stoß verspürt worden sei. Alle seien aber an Stärke hinter dem Beben vom Frühjahr 1879 (Verwechslung mit 24. Januar 1880) zurückgeblieben und deshalb habe sich niemand besonders beunruhigt gefühlt, auch nicht durch einen schwachen Stoß, der am 21. März, morgens $^3/_4 8$ allgemein bemerkt worden sei. Erst am Sonntag Morgen (22. März) 6^h 5^m sei die ganze Einwohnerschaft durch zwei unmittelbar aufeinanderfolgende Erdstöße von ungewohnter Stärke in große Bestürzung und Angst versetzt worden, welche durch das Lärmen der Tiere noch verstärkt worden sei. Die beiden von ihm als wellenförmige, von Süden nach Norden gehende, empfundenen Stöße hatten den Absturz von Kaminsteinen und

den völligen Einsturz von vier Kaminen zur Folge; in mehreren Häusern, auch in dem frisch verputzten Turme der Kirche fiel der Mörtel von der Decke und den Wänden, viele Decken bekamen Sprünge. In einem Hause fiel die Giebelwand ein. In verschiedenen Gärten wurden kurz vorher gesteckte Erbsen aus dem Boden geschleudert und lagen auf der Erdoberfläche, ohne daß sonst die geringste Änderung an den Gartenbeeten beobachtet werden konnte, Erbsen, die schon aufgegangen waren, zeigten nichts Besonderes. Nachmittags um 2, 4 und 6 Uhr, auch am 23. März morgens 1 Uhr fühlte Herr Wolff weitere starke Erdstöße. Herr Lehrer Klein zeigte mir bei einem Besuche in Kandel die einzelnen Örtlichkeiten. Die Beschädigungen an Gebäuden waren damals, am 29. März, bereits wieder ausgebessert; die Bestimmung mit dem Kompaß ergab, daß die meisten Gegenstände, darunter auch ein auf dem Giebel eines neuerbauten Hauses angebrachtes schweres Kreuz aus Eisen, nach Südosten gefallen waren. Herr Klein schilderte die Bewegung als zwei kurz aufeinanderfolgende Stöße, denen eine von unten heraufkommende wellenförmige Bewegung nachfolgte. Das von ihm wahrgenommene Geräusch ging den Stößen immer voran, es war ein aus dem Boden kommendes Brüllen und ein Donner wie von einem etwa $^1/_2$ Stunde entfernten starken Gewitter. Viele Leute sprangen vor Schreck aus dem Bett und liefen, ohne sich anzukleiden, auf die Straße.

In Winden verließ ein Weichenwärter die aus Stein und Eisenkonstruktion errichtete Zentralweichenstellbude, weil er deren Einsturz befürchtete; Eisenbahnwagen, die auf dem von Süd nach Nord laufenden Gleis standen, zeigten um ihre Längsaxe schaukelnde Bewegung. Der Wasserturm an der Abzweigung der nach Barbelroth und Bergzabern führenden Bahn erhielt Sprünge, ebenso zeigten an den gewölbten Wegunterführungen unter der von Weißenburg nach Landau führenden Bahn zwischen Winden und Schaidt einzelne Wölbsteine nach dem Erdbeben früher nicht bemerkbare Sprünge. Herr Bahnmeister Keßler empfand die Bewegung als ein in nordwestlicher Richtung verlaufendes wellenförmiges Schwanken und Schaukeln; an einem Kleiderschrank, der mit der Rückwand gegen Westen steht, klappten die Türen auf und zu. Das Geräusch machte auf ihn den Eindruck, als ob eine Maschine mit Packwagen bei angezogener Bremse

durch den Bahnhof fahre; er machte seine Beobachtungen, als er eben aufgestanden war und sich gerade ankleiden wollte. Herr Eisenbahnassistent Ripperger wurde durch das Erdbeben aufgeweckt und bemerkte, daß zwei mit ihren Längsseiten von Nord nach Süd stehende Bettstellen aneinanderstießen und die Waschtischgarnitur sich unter Klirren verschob. Die Bewegung machte auf ihn den Eindruck, als ob ein schweres Gefährt über eine bewegliche Unterlage rolle, das Geräusch erschien ihm als ein aus dem Boden kommender Donner. Die Dauer der ganzen Erscheinung schätzte er auf 2 bis 3 Sekunden.

Herr Pfarrer Junker in Minfeld, den ich bei einem Besuche leider nicht traf, hatte die Güte schriftlich zu berichten: „Nach ungefährer Schätzung währte die ganze Erscheinung vielleicht 5 Sekunden. Zwischen $6^h\ 5^m$ und $6^h\ 10^m$ machte sich das Erdbeben als deutlich wellenförmige Bewegung bemerkbar, die sich 4- bis 5 mal wiederholte, ähnlich dem Schwanken eines Kahnes auf etwas bewegtem Wasser, den Schluß bildete ein heftiges Zittern des Bodens wie von einer plötzlichen Erschütterung. Die Bewegung kam von Südwest nach Nordost, doch schien sie nach Osten oder etwas südöstlich weiterzugehen. Das Rollen — ich hörte es, als ob ein schwerer Wagen über die Straße in den Hof meines Nachbars nach Norden geführt werde — begann etwas später als die Stöße und hörte kurz vor dem Erzittern des Bodens auf. Es nahm an Stärke rasch zu und auch wieder ab, dabei schien es dem Hause von Nordwesten her nahe zu kommen und in das Haus überzugehen."

In Wörth am Rhein wurden zwei Stöße empfunden, der zweite stärker als der erste. Viele Leute stürzten aus Angst aus ihren Häusern, manche eilten in die Kirche. In einem Hause schlug das Pendel einer Uhr, die an einer in nordwestlicher Richtung verlaufenden Wand hing, gegen die Türe des Uhrgehäuses. Im gleichen Hause erhielt die südsüdwestlich verlaufende Mauer mehrere Sprünge, im Schlafzimmer wurde das Öl eines Nachtlichtes nach Ostsüdost aus dem Gefäß herausgeschleudert, in der Küche klirrte das Geschirr und die Bilder an den Wänden schlugen klappernd auf.

In Jockgrimm stürzten zwei Schornsteine ein, die Stöße waren so stark, daß die Häuser in beängstigender Weise zitterten, die

Bewegung zog von Südwesten nach Nordosten und war von einem Geräusch wie von einem fernen Gewitter begleitet.

In Pfortz waren die Erschütterungen am Morgen gleichfalls sehr stark und erregten großen Schrecken, zu bedeutenderen Beschädigungen an Gebäuden kam es aber erst nachmittags; bei der Erschütterung um 2 Uhr stürzte hier ein Kamin zusammen. In dem benachbarten Maximiliansau warf die Erschütterung am Morgen einen in seinem Garten beschäftigten Mann um und erweckte die noch schlafenden Einwohner. Aus dem weiteren Umkreis des erschütterten Gebietes ist noch besonders interessant, daß in Birkenhördt infolge der Stöße am Morgen die Uhr in der dortigen Posthalterei stehen geblieben war, leider wurde sie wieder in Gang gesetzt, ohne daß die Zeit, zu welcher sie stehen geblieben war, besonders beachtet wurde.

In Niederschlettenbach, einem der am weitesten westlich gelegenen Orte des erschütterten Gebietes hatte nur Herr Pfarrer Redelberger das Beben beobachtet; er hatte gleich am Morgen seine Gemeinde darauf aufmerksam gemacht, von der aber niemand etwas Besonderes beachtet hatte. Herr Pfarrer Redelberger, durch mehrjährigen Aufenthalt in Italien mit ähnlichen Erscheinungen wohl vertraut, bezeichnet die Bewegung als einen schwankenden Stoß von ganz kurzer Dauer; die Richtung des Stoßes konnte er nicht beurteilen. Er wurde durch den Stoß aus dem Schlafe geweckt mit einer Empfindung, als ob im Hause ein schwerer Gegenstand umgefallen sei, und vernahm noch deutlich das Krachen der Fugen an Fenstern und Möbeln. Auch in Bobenthal wurde die Erschütterung nur ganz vereinzelt wahrgenommen. Bei einer Zusammenkunft der Geistlichen aus den benachbarten Ortschaften hat Herr Pfarrer Redelberger das Beben vom 22. März 1903 erwähnt und sich nach den Erscheinungen an den anderen Orten erkundigt. Dabei stellte sich heraus, daß westlich der Linie Nothweiler, Rinnthal und Lambrecht die Erschütterung nicht wahrgenommen worden ist.

Auf dem bei Bergzabern gelegenen Frauenberger Hof wurde mir mitgeteilt, daß niemand eine besondere Erschütterung bemerkt habe, daß aber seit Ende März das Wasser in dem kurz vorher mit vielen Kosten angelegten Ziehbrunnen versiegt sei.

Aus Lauterburg berichtet ein Beobachter, daß er infolge eines starken Stoßes erwacht sei und gleich darauf einen zweiten

Stoß wahrgenommen habe. Er habe die Empfindung gehabt, als ob etwas unter dem Bett liege und das Bett zweimal ruckweise in die Höhe stoße. Beim zweiten Stoß habe er die Empfindung gehabt, daß das Bett einige Zentimeter fortrolle. Ein nur angelehntes Fenster sei aufgegangen und die Mauer habe einen brummenden Ton von sich gegeben. Die ganze Erscheinung habe sich in 3 bis 4 Sekunden abgespielt. Ein anderer Beobachter lag wachend im Bett und hatte die Empfindung von zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden Stößen, die mit donnerähnlichem Rollen von Osten nach Westen durch sein Haus zogen. Das aus Fachwerk bestehende Gemäuer habe gezittert, wie wenn ein schwerbeladener Wagen rasch die gepflasterte Straße passiere. Auch in Weißenburg wurden nach den Erhebungen des Herrn Baurat Cailland zwei Stöße wahrgenommen, einer kurz vor 6 Uhr, welcher viele der Beobachter aus dem Schlafe weckte, und der andere etwa $6^h 10^m$. Der erste Stoß wurde mehrfach als ein kurzer, heftiger Ruck empfunden, wie ihn ein schwerer fallender Gegenstand beim Aufschlagen auf den Boden hervorbringt, die Erde sei dabei in vibrierende Bewegung geraten. Eine bestimmte Richtung habe sich nicht erkennen lassen. Der zweite Stoß fand um $6^h 10^m$ statt und wurde in verschiedenen Gebäuden im zweiten Stock viel stärker wahrgenommen als im ersten. Seine Richtung ließ sich wohl erkennen und wird fast übereinstimmend als eine von Südwest nach Nordosten gehende bezeichnet. Das Geräusch wird unter anderm auch mit dem eines in rasendem Tempo durch die Straße fahrenden Möbelwagens verglichen. In vielen Häusern waren die Stöße so stark, daß Geschirr klirrte und nicht geschlossene Fenster und Türen in Bewegung gerieten. Immer wird hervorgehoben, daß die Dauer der Bewegung nur ganz wenige Sekunden betragen hat. Aus einer alten Familienchronik wurde der Weißenburger Zeitung bei dieser Gelegenheit mitgeteilt: „Anno Domini 1737. Am 11. Mai dieses Jahres war in Weißenburg ein solch Erdbeben, daß man gemeint hat, die Häuser fallen um und ist jedermann sehr erschrocken. Am 18. Mai nachher, in der Samstagsnacht, waren drei Erdbeben nacheinander. Die Häuser zitterten, Fensterscheiben zersprangen. Die Leute wurden in den Betten geschüttelt. Es ist aber gottlob! noch gut vorübergegangen. Trotzdem hat es vielen Wein gegeben, er war aber nicht so gut wie der 36er." —

Aus Landau wird von einer Erschütterung morgens um $4^h 11^m$ berichtet, die mit 4 Stößen in fast schaukelnder Bewegung von Südwest nach Nordost ohne eigenes Geräusch verlief, aber das Wassergeschirr zum Klirren brachte und viele Beobachter erweckte. Mit dem Beben um $6^h 10^m$ verglichen habe es mehr gestoßen, aber weniger Geräusch gemacht; Beschädigungen seien nirgends verursacht worden.

In Grünwinkel bei Karlsruhe wurde kurz nach 6^h das Beben als wellenförmiges Zittern empfunden, welches von Osten nach Westen lief und schräg von unten zu kommen schien. Geräusch aus dem Boden wurde nicht wahrgenommen, dagegen klirrten Geschirre, Öfen und Fenster. Mittags gegen zwei wiederholten sich die gleichen Erscheinungen in etwas geringerem Maße. In Linkenheim endete die schwach wellenförmige Bewegung, welche morgens etwa $6^h 10^m$ beobachtet wurde und von Ost nach West verlief, mit einem schwachen Stoße. Dem Stoße ging ein aus der Tiefe kommendes rollendes Getöse voraus. In der Kirche von Knielingen zersprangen einige Fensterscheiben. In badisch Maxau machte sich das Erdbeben nach der übereinstimmenden Angabe mehrerer Beobachter durch zwei kurz aufeinanderfolgende Stöße bemerkbar, die von Südwest nach Nordost zogen. Das Geräusch wurde von den Beobachtern in verschiedener Weise beobachtet. Herr Dammeister Müller vernahm es kurz vor dem Stoße wie ganz entfernten Donner, der auf der Erde fortrollt; Herr Gastwirt Ehmann nahm Geräusch und Stoß gleichzeitig wahr. Das Geräusch vergleicht er mit dem Lärm, den leere, von ihrem Lager herabrollende Fässer verursachen. Herr Eisenbahnassistent Strobel vergleicht die Bewegung, mit der Bodenbewegung die ein rasch vorbeisausender D-Schnellzug verursacht und bezeichnet das Geräusch als ein rollendes, aus dem Boden kommendes Donnern. Die Dauer der ganzen Bewegung wird als vielleicht 2 Sekunden angegeben. Die Bewegung mittags um 2 Uhr sei viel schwächer gewesen. Im Gegensatz dazu wurde in Ettlingen das Beben am Morgen viel schwächer empfunden als das am Nachmittag. Der nördlichste Punkt des rechten Rheinufers, aus dem ausführlicher Bericht kam, war Philippsburg; dort schien dem Berichterstatter der Stoß von Südwest nach Nordost zu gehen und ein Schütteln des Hauses zu verursachen, das etwa 3 Sekunden anhielt. Begleitet war der Stoß von einem

Getöse, das an fernen Donner erinnerte. Mittags wurde in Philippsburg nichts verspürt. In den beiden Orten Teutsch- und Welschneureuth wurden die Beben am Morgen und am Mittag in gleicher Stärke beobachtet. Ohne Beschädigungen anzurichten, erschreckten sie die Einwohner dort in hohem Grade, Mittags verließen die Leute sogar die Kirche, in welcher gerade Konfirmandenprüfung war.

In Karlsruhe waren gleichfalls schon vor dem 22. März 1903 einzelne Erschütterungen bemerkt worden, ohne daß denselben vor den stark empfundenen Stößen des 22. März Beachtung geschenkt worden ist; genauere Zeitangaben waren daher nicht mehr zu ermitteln. Auf dem Turme des Rathauses verspürte der Wächter von der Erschütterung am Morgen des 22. März nichts; aus dem Rathause selbst berichtet Herr Eberhard Schnetzler, damals Oberprimaner des Realgymnasiums: „Ich empfand einen senkrecht von unten nach oben gehenden Stoß und sah, daß die Stadtuhren gerade $6^h 6^m$ zeigten. Die 1 m lange Kette des Gegengewichtes eines Gasleuchters war bei dem Stoß von ihrer Rolle abgesprungen und pendelte von Südost nach Nordwest, eine Anzahl von Tuschfläschchen, die nahe beieinander standen, klirrten. Aus einem Eckhause der Marienstraße und Nebeniusstraße berichtet Herr Holl, daß er die Beben am 22. März morgens und mittags beobachtet habe, morgens als ein außergewöhnliches Knarren im Zimmer und mittags als einen Stoß in der Richtung von Nord nach Süd. Ausserdem aber sei ihm 3 bis 4 Tage vorher aufgefallen, daß eine mit ihrem wenig gewölbten Rücken auf dem Tisch liegende Kleiderbürste wie eine Wiege ziemlich heftig, aber ganz regelmäßig hin und her schaukelte. Nach dem Aufhören dieser Bewegung habe er vergebens versucht, durch Stoßen am Tisch die gleiche Bewegung zu erzeugen. Herr Verw.-Direktor L. Schwindt nahm morgens $6^h 8^m$ eine von West nach Ost gehende Bewegung von zwei Stößen wahr und beobachtete, daß freistehende Gegenstände in der gleichen Richtung erschüttert worden waren. Auf dem Kaiserlichen Telegraphenamt wurde mittags $1^h 53^m$ nur ein Stoß wahrgenommen, der ohne eigenes Geräusch ein starkes Erzittern des Gebäudes verursachte, wie ein schwerer über die Straße fahrender Lastwagen. Herr Dr. M. v. Tein beobachtete morgens $6^h 6^m 30^s$ einen kräftigen Stoß in der Richtung von Nord nach Süd, der eine in der gleichen Richtung verlaufende halb

geöffnete Türe ganz aufstieß, so daß sie an Möbel anschlug. Die Dauer der ganzen Bewegung schätzt er auf 1 bis 2 Sekunden. Nach mündlichen Berichten wurde das Beben am Morgen von einer großen Anzahl von Personen, in der Mehrzahl der Fälle als rüttelnder Stoß, beobachtet, viele der Beobachter betrachteten ihre Wahrnehmung zunächst nicht als das Anzeichen eines Erdbebens. So unterblieben genaue Zeitbestimmungen auch da, wo die nötigen Hilfsmittel dazu vorhanden waren. Für das Erdbeben von 1880 lagen zwei genaue Zeitbestimmungen da, eine aus Straßburg von Herrn Hartwig, damals Assistent an der Sternwarte in Straßburg, die andere von Herrn Professor Jordan in Karlsruhe. Unter der Annahme, daß der um $7^h 40^m 55^s$ in Karlsruhe wahrgenommene Stoß derselbe sei, welcher in Straßburg um $7^h 42^m 25^s$ wahrgenommen wurde, ergab sich für das Erdbeben vom 24. Januar 1880 eine horizontale mittlere Oberflächengeschwindigkeit von etwa 550 m in der Sekunde.

Das Erdbeben vom 22. März 1903 wurde von Instrumenten in Straßburg, Göttingen und Leipzig aufgezeichnet.

Über die Aufzeichnungen in Straßburg berichtet Herr Professor Weigand:

„Der Mikroseismograph von Vicentini verzeichnet dieses Nahbeben sehr scharf und charakteristisch, besonders auffallend ist die Zeichnung seitens der Vertikalkomponente, die bei den aus größerer Ferne kommenden Beben keinen Ausschlag gibt; sämtliche Zeichnungen sind, der Nähe des Epizentrums (Kandel in der Pfalz) entsprechend, von ganz kurzer Dauer.

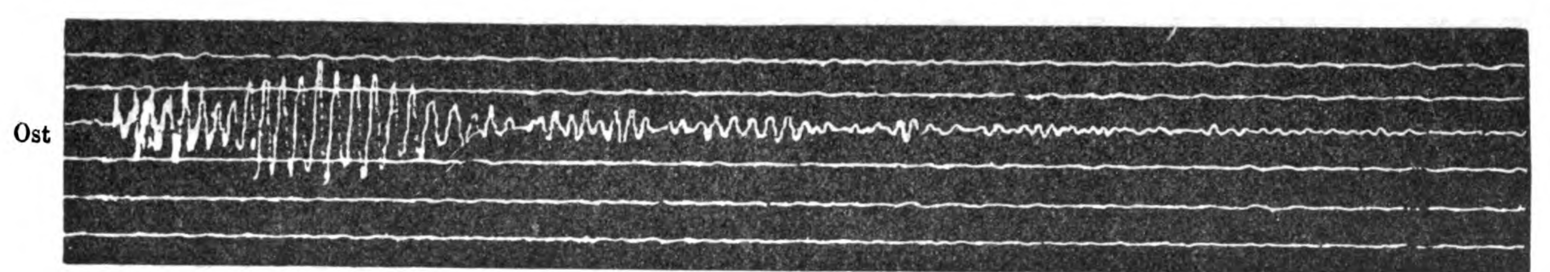
Vertikalkomponente:	Beginn 22. III. 1903	$6^h 6^m 43^s$	Ende	$6^h 8^m 2^s$
Ostwestkomponente		$6^h 6^m 42^s$		$6^h 9^m 34^s$
Nordsüdkomponente		$6^h 6^m 40^s$		$6^h 8^m 52^s$

Der Milnesche Apparat gibt eine kurze Andeutung des Bebens. Das Rebeur-Ehlertsche Horizontalpendel zeigt das Beben ebenfalls an, doch waren die Pendel in ziemlicher mikroseismischer Unruhe so daß die Bebenbilder unscharf sind.

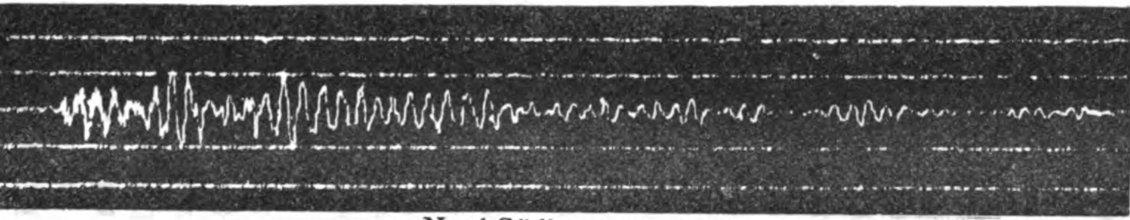
Der Omorische Apparat gibt als Beginn gleichfalls $6^h 6^m 42^s$, das Bild ist wenig gegliedert, die Bewegung dauerte etwa 1 Minute."

Die Aufzeichnungen in Göttingen lassen nach der Mitteilung des Herrn Professor Wiechert das Vorbeben nicht erkennen, das

Zeitmarkierung.



Ost-Westkomponente.



Nord-Südkomponente.

Vertikalkomponente.

Vertikalkomponente
Beginn $6^h6^m43^s$,
Ende $6^h8^m2^s$

Ostwestkomponente
Beginn $6^h6^m42^s$,
Ende $6^h9^m34^s$

Nordsüdkomponente
Beginn $6^h6^m40^s$,
Ende $6^h8^m52^s$

Hauptbeben aber ist klar und deutlich, wenn auch winzig aufgezeichnet. Es begann in Göttingen $6^h 7^m 48^s + 2^s$ und kann 2 m lang verfolgt werden.

Periode $1{,}1^s$—$1{,}2^s$, Amplitude der Erdbewegung (gerechnet von einer Seite zur andern) ca. $\frac{1}{1000}$ Millimeter.

Bei der Entfernung Göttingen-Langenkandel = 302 km
Langenkandel-Straßburg = 65 km
ergibt sich unter der Annahme gleichmäßiger Fortpflanzung der Erdbebenwellen eine Geschwindigkeit von (302—65 km) in der Zeit $6^h 7^m 48^s$—$6^h 6^m 42^s$; also 3485 m in der Sekunde.

Herr Dr. Etzold schreibt in den Berichten über die Aufzeichnungen von Wiecherts astatischem Pendelseismometer in Leipzig:

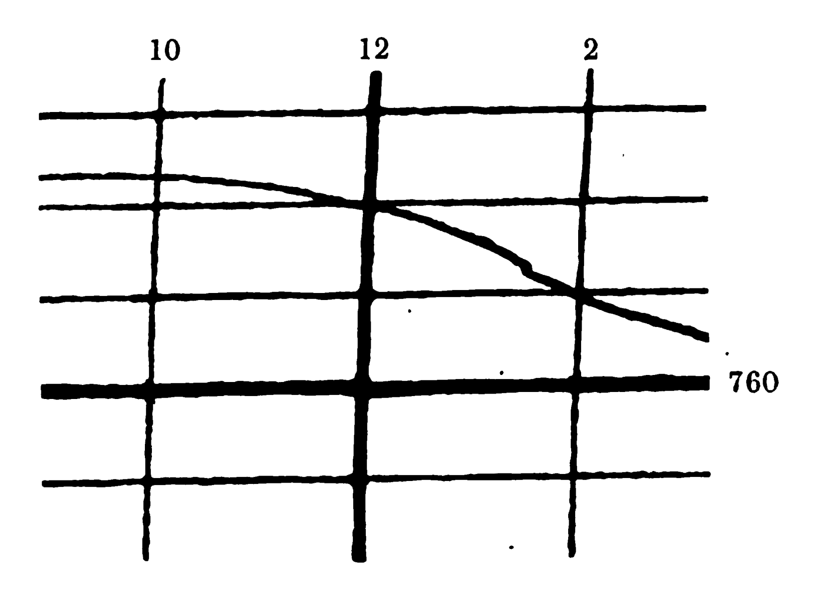
„Die Linie der Ostwestkomponente weist $6^h 7^m 7^s$ eine leichte Ablenkung nach rechts auf, der bald kleine Ausschläge folgen, die in bezug auf die Größe der Amplitude und Dauer der Periode ganz allmählich zunehmen. $6^h 8^m 8^s$ erreichen die Amplituden etwa 0,75 mm, die Perioden 1,4 Sekunden. Langsamer noch, als sie zugenommen haben, schwächen sich die Wellen wieder ab, so daß erst $6^h 15^m$ völlige Ruhe eintritt.

Auf der Zeichnung der Nordsüdkomponente läßt sich von dem ersten Einsatz nichts erkennen, vielmehr erscheinen zwischen $10^h 7^m$ und $10^h 8^m$ ganz leichte, kurze Ausschläge, die zunächst allmählich anschwellen, dann aber ruckartig $6^h 8^m 16^s$ die größten Ampliduten und Perioden von 1 mm bezw. 1,4 Sekunde erreichen. Von derartigen Schwingungen haben sich, durch die Minutenmarkierung unterbrochen, sieben aufgezeichnet, so daß im ganzen acht stattgefunden haben mögen. Genau wie bei der Ostwestkomponente nehmen dann die Amplituden ab und verkürzen sich die Perioden."

Aus dem Entfernungsunterschied Kandel-Straßburg (65 km) und Kandel-Leipzig (390 km) ergab sich aus den Leipziger Aufzeichnungen eine Geschwindigkeit der aufgezeichneten Erdbebenwellen von 3385 m. Das Rebeursche Horizontalpendel der Sternwarte auf dem Königstuhl in Heidelberg war zur Zeit des Erdbebens am 22. März 1903 nicht in Tätigkeit, durch die einfacheren Instrumente der Hohenheimer Erdbebenwarte wurde das Beben nicht wahrgenommen.

Die Erschütterung am Mittag des 22. März wurde in eigen-

tümlicher Weise von dem Barograph des Zentralbureaus für Meteorologie und Hydrographie in Karlsruhe aufgezeichnet. Wie sich aus der hier wiedergegebenen fünffach vergrößerten Diagramm ergibt, ist der Luftdruck von morgens 10 Uhr M. E. Z. bis gegen Abend gesunken; zwischen 12 und 2 Uhr M. E. Z. zeigt sich in der Registrierung ein kleiner Ruck nach abwärts, der fast immer entsteht, wenn das Instrument leicht erschüttert wird, wie dies von Zeit zu Zeit absichtlich zum Zwecke der Zeitmarkierung geschieht. Ohne Zweifel ist der kleine Sprung auf die



Wirkung des Erdstoßes zurückzuführen. Das Instrument hängt etwa 6 m über dem Boden an der 63 cm dicken, aus Sandsteinquadern bestehenden Nordwand des Hauses Karlfriedrichstraße 13. Die Uhr war recht gegangen; für die Zeit des Stoßes würde sich $1^h 29^m$ M. O. Z. = $1^h 57^m$ M. E. Z. ergeben, mit einer Unsicherheit von etwa 3 Minuten.

Gegen 4^h und gegen 6^h nachmittags wurden nochmals Erschütterungen, auch in der Nacht vom 22. auf 23. März vereinzelt ein schwerer Stoß wahrgenommen. Am 26. März, $10^h 10^m$, spürte man in Kandel, Hagenbach, Rheinzabern und Maximiliansau Erschütterungen, die zwar nicht so heftig waren wie am 22., aber doch offene Türen zuschlagen ließen und in den Beobachtern das Gefühl erweckten, als würden sie in die Höhe gehoben. Am 27. März

wurden dann in Kandel die letzten Erschütterungen beobachtet, es trat dann Ruhe ein, die erst im Juni durch einige starke Stöße unterbrochen wurde.

Inzwischen zeigten sich im andern Teil des 1880 erschütterten Gebietes stärkere Beben. Am Abend des 29. März wurden in Achern, Donaueschingen, Hechingen, Hornberg, Lenzkirch, Neusatzeck, Niederwasser, Petersthal, Raumünzach, Reichenbach, Rippoldsau, Stühlingen, Titisee und Villingen Erschütterungen beobachtet, welche die Grade V und VI der Forel-Rossischen Skala erreichten. Als Eintrittszeit in Rippoldsau, das die stärkste Erschütterung verspürte, wird abends $9^h 29^m$ angegeben; um diese Zeit wurde ein starker aus Süden kommender Stoß beobachtet, dem ein mehrere Sekunden anhaltendes Zittern des Bodens folgte. Gleichzeitig mit dem Stoße wurde ein dumpfes, laut vernehmbares Rollen gehört, darauf folgte ein „surrendes Geräusch, wie wenn ein Fuhrwerk rasch vorbeigefahren wäre". Nach dem Aufhören dieses Geräusches hörte man noch ein zitterndes Klirren von Türen und Fenstern und es zeigte sich, daß einzelne Möbel von ihrer Stelle geschoben waren. Aus Raumünzach wurden mit $9^h 28^m$ als Eintrittszeit ganz entsprechende Erscheinungen gemeldet, Erdbebengeräusche hier jedoch nicht wahrgenommen. In Hornberg hatte ein Beobachter die Empfindung, wie wenn eine schwere Last rauh auf den Boden gesetzt worden wäre, das ganze Haus zitterte dabei. Aus Lenzkirch kommt eine etwas abweichende Zeitangabe, um $9^h 40^m$ abends wurde hier eine wellenförmige von Nordwest nach Südost gehende Erschütterung beobachtet, wie wenn ein schwerer Lastwagen über eine Brücke fahre. In Titisee wurde die Bewegung ebenfalls als eine wellenförmige bezeichnet. In Hechingen wurde ein schräg von unten nach oben gehender Stoß in der Richtung von Nordwest nach Südost verspürt, der den Eindruck erweckte, es sei ein schwer beladener Wagen an die Grundmauer des Hauses gestoßen. In der Illenau bei Achern erzitterte ein Haus so, als ob eine Türe mit aller Macht zugeschlagen worden sei. Auch die Berichte aus den anderen oben genannten Orten geben als Zeit eines beobachteten Bebens ungefähr $9^h 30^m$ abends an.

Am 14. April wurde in einem der nördlichsten Punkte des am 22. März erschütterten Gebiets, in Oberhausen bei Waghäusel, morgens $9^h 40^m$ wieder ein heftiges Beben wahrgenommen.

Am 20. April wurde vormittags $10^h 5^m$ in Schutterwald bei Offenburg und am 24. April in Auenheim bei Kehl eine kräftige Erschütterung (Grad V der Skala) beobachtet.

Das letzte bis jetzt in Kandel und Umgebung wahrgenommene Erdbeben fand am 22. Juli 1903 abends nach halb sieben statt. Es wurde in Kandel, Wörth am Rhein, Jockgrimm und Pfortz wahrgenommen; aus den benachbarten Orten kam durchweg der Bericht, daß niemand am Orte eigene Beobachtungen gemacht habe. In Kandel war wieder alles in zitternder Bewegung, die zwei Stöße gingen von Süd nach Nord und waren recht stark, sie richteten aber keinen Schaden an. Es ging ein donnerähnliches Getöse voran. In Jockgrimm empfand man den Stoß als von Südwesten nach Nordosten gehend, das Schwanken der Häuser war so stark, daß viele Leute aus Furcht ihr Haus verließen. Die gleiche Wirkung hatten die Stöße in Wörth am Rhein; dort war schon in der Nacht vom 18. auf 19. Juli ein leichterer Stoß beobachtet worden. In Pfortz zeigte das Beben nicht mehr die Stärke wie in den genannten Orten, wurde aber noch deutlich wahrgenommen.

Die geschilderten Erdstöße sind eine Äußerung des Fortganges der Senkungsbewegungen im oberrheinischen Gebirgssystem. Zwischen den zurückbleibenden Massen des Schwarzwaldes und Odenwaldes einerseits und der Vogesen und des Hardtes andererseits ist die ursprüngliche Sohle der Rheinebene nach und nach im Laufe von gewaltigen Zeiträumen abgesunken und hat so zur Bildung eines weiten Grabens geführt, aus dem nur vereinzelte Schollen als Vorhügel von Schwarzwald und Vogesen aufragten. Bald nach Bildung dieses etwa 500 km langen und 40 km breiten Grabens drang von Süden her ein Meer ein, das sich langsam immer weiter ausdehnte und schließlich mit dem Meere verband, das ganz Norddeutschland überflutete. Es zog sich dann wieder zurück und hinterließ Ablagerungen, die allmählich in solche übergehen, wie sie sich im süßen Wasser bilden. Auf diesen Ablagerungen breitete später der Rhein mit seinen Nebenflüssen Geröllmassen aus, die teilweise mehr als 100 m hoch den Boden des zurückgewichenen Meeres bedecken. Aus ihnen ragen die Randgebirge noch jetzt mehr als 1200 m hoch empor. Da sich aus besonderen Vorkommnissen nachweisen läßt, daß von den in dem früheren Meere gebildeten Ablagerungen eine Schicht von 1500 m

wieder abgetragen wurde, ergibt sich als Maß für die überhaupt stattgehabte Veränderung der Höhenlage des ursprünglichen Untergrundes der oberrheinischen Tiefebene der Betrag von 3000 m. Der Betrag, um welchen sich dieser Höhenunterschied bei den genauer beobachteten Erdbeben verändert hat, läßt sich nicht feststellen; es ist fraglich, ob überhaupt eine gleichmäßige Senkung stattgefunden hat. Bei dem Erdbeben von 1880 lassen die kurz vor und nach dem 24. Januar 1880 auf der Strecke Straßburg—Appenweier ausgeführten Nivellements Höhenänderungen vermuten. Auf solche Höhenänderungen lassen sich vielleicht auch Widersprüche zwischen den 1881 auf der Strecke Basel—Konstanz vorgenommenen Höhenbestimmungen und den neueren schweizerischen Präzisionsnivellements zurückführen. Beobachtungen, welche Herr Geh. Hofrat Dr. Haid an der feinen Libelle auf der Axe des Passageninstrumentes im geodätischen Institut der Technischen Hochschule in Karlsruhe in der Nacht vom 21. auf 22. März und am Nachmittag des 22. März ausgeführt hat, ergaben nach seiner eigenen Mitteilung (Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Karlsruhe, XVI. Band, 1902—1903, Seite 19*) keine Anzeichen für Änderungen in dem vertikalen Stand des isolierten Mauerpfeilers im geodätischen Observatorium.

6°30′

Erdbeben

am 23. März 1903.

- ✶ Haupterschütterungsgebiet
- ■ sehr stark erschütterter Ort
- ▲ stark " "
- ● " "
- • Erschütterung nicht wahrgenommen

Maſsstab 1: 500 000.

0 5 10 15 20

Kilometer

6°30′

49

VERHANDLUNGEN

DES

NATURWISSENSCHAFTLICHEN VEREINS

IN

KARLSRUHE.

---

19. Band. 1905—1906.

—> MIT 7 TAFELN. <—

KARLSRUHE.
DRUCK DER G. BRAUN'SCHEN HOFBUCHDRUCKEREI.
1906.

INHALT.

Abhandlungen.

(Festschrift zur Goldenen Hochzeit Ihrer Königl. Hoheiten des Großherzogs und der Großherzogin.)

Jahresbericht.

Vorträge. Im Vereinsjahr 1905/06 haben 16 Sitzungen stattgefunden, an denen 19 Vorträge, deren Themata aus dem vorangedruckten Inhaltsverzeichnis zu entnehmen sind, abgehalten wurden.

Leider ging durch den Umbau des Hauses der Gesellschaft Museum das Zimmer, in dem seit dem Jahr 1883 die Sitzungen meist abgehalten worden sind, verloren; ein passender Ersatz ist in dem sogenannten Konkordienzimmer des Gasthauses zum Moninger gefunden worden. Sechs Vorträge sind in den Hörsälen der Technischen Hochschule abgehalten worden.

Zu den anläßlich der Tagung der deutschen Bunsengesellschaft für angewandte Chemie im Mai 1905 gehaltenen Vorträgen sind die Mitglieder des Vereins in dankenswerter Weise eingeladen gewesen; ebenso hatten die Deutsche Kolonialgesellschaft, Abteilung Karlsruhe zweimal, die Chemische Gesellschaft Karlsruhe einmal die Freundlichkeit, unsere Mitglieder zu Vorträgen einzuladen.

Ehrungen. Einen schweren Verlust hat der Naturwissenschaftliche Verein durch das am 11. Oktober 1905 erfolgte Ableben seines Ehrenmitgliedes und früheren langjährigen Schriftführers, des Geh. Hofrates Prof. Dr. Meidinger erlitten; an seiner Bahre hat der Vorstand unter rühmender Anerkennung der großen Verdienste des Verstorbenen um das Leben des Vereins eine letzte Blumenspende niedergelegt. Eine eingehende Schilderung des Lebenslaufes des weit über die Grenzen seiner engeren Heimat bekannten Mannes und eine Würdigung seiner Verdienste hat der zweite Vorsitzende in der letzten Abhandlung des vorliegenden Bandes niedergelegt.

Als weitere Ehrung wäre zu erwähnen, daß dem Naturwissenschaftlichen Verein in Kiel zu seinem 50jährigen Stiftungsfest, das im Juni 1905 stattgefunden hat, ein Glückwunschtelegramm gesandt worden ist.

Über die Tätigkeit der Erdbebenkommission hat deren Vorsitzender einen eingehenden Bericht in der zweiten Abhandlung des vorliegenden Bandes niedergelegt; den Mitgliedern hat er jeweils unter Vorlage an Seismogrammen in der 634., 638. und 641. Sitzung Mitteilungen über die beiden vom Naturwissenschaftlichen Verein eingerichteten Erdbebenstationen in Durlach und Freiburg gemacht.

Rechnungsführung.

A. Bestand der Kasse im Berichtsjahr 1905—1906.

Einnahmen.

Kassenrest vom Vorjahr	M. 1742,56	
Mitgliederbeiträge	„ 1434,00	
Zinsen, Kontokorrent-Zinsen	„ 897,65	
Für verkaufte Bände u. Verhandlungen	„ 3,50	
Verkaufte Wertpapiere	„ 4206,35	
		M. 8284,06

Ausgaben.

Bureaukosten, Druckkosten, Porto, Lokalmiete etc.	M. 523,93	
Druck des 18. Bandes der Verhandl.	„ 1434,61	
Einrichtung u. Betr. d. Erdbebenstationen	„ 5825,56	
		M. 7784,10
Kassenrest am 1. Juni 1906		M. 499,96
Bestand der Handkasse	M. 30,40	
Guthaben bei der Bad. Bank	„ 469,56	
	M. 499 96	

B. Vermögenstand.

Wertpapiere	M. 23 200,00	
Kassenrest	„ 499,96	
Vermögensstand am 1. Juni 1906		M. 23 699,96
„ „ 18. Mai 1905		„ 29 142,56
somit Verminderung (infolge der Mehrausgabe von 5828,56 M. für Zwecke der Erdbebenforschung aus dem Bohmschen Legat)		M. 5 442,60

Drucksachen-Tauschverkehr.

Im verflossenen Vereinsjahr sind in den Drucksachen-Tauschverkehr eingetreten:

das Museum für Natur- und Heimatkunde in Magdeburg,
das Königl. bayr. Hydrotechnische Bureau in München,
die Naturwissenschaftliche Sektion des Vereins Botanischer Garten in Olmütz.

Eingegangen sind die nachfolgend verzeichneten Drucksachen:

Basel. Naturforschende Gesellschaft. Verhandlungen. Band 18, Heft 1.

Bergen. Museum. Aarsberetning for 1905. — Aarbog 1905. 2. 3. Häfte. An account of crustacea of Norway. Vol. V, Parts. 9—12.

Berlin. Botanischer Verein für die Provinz Brandenburg. Verhandlungen. 46. Jahrg. 1904; 47. Jahrg. 1905.

— Deutsche Geologische Gesellschaft. Zeitschrift. 56. Band, 4. Heft; 57. Band, 1.—3. Heft.

Bern. Naturforschende Gesellschaft. Mitteilungen aus dem Jahr 1904. No. 1565—1590.

— Schweizerische Naturforschende Gesellschaft. Versammlung in Winterthur am 30. und 31. Juli und am 1. und 2. August 1904. 87. Jahresversammlung.

Bonn. Naturhistorischer Verein. Verhandlungen. 61. Jahrg. 1904. 2. Hälfte; 62. Jahrg. 1905, 1. Hälfte.

— Niederrheinische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Sitzungsbericht 1904. 2. Hälfte; 1905. 1. Hälfte.

Boston. American Academy of Arts and Sciences. Proceedings. Vol. 40, No. 15—23; Vol. 41, No. 1—19. — The Rumford Fund of the A. A. of A. and Sc.

Bremen. Naturwissenschaftlicher Verein. Abhandlungen. 18. Band. 2. Heft.

Brooklyn. Institute of Arts and Sciences. Cold Spring Harbor Monographs. III. IV. V.

Brünn. Naturforschender Verein. Verhandlungen. 43. Band. 1904. — 23. Bericht der Meteorologischen Kommission: Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1903.

Bruxelles. Société Malacologique. Bulletin des séances. Année 1904.
— Société Entomologique de Belgique. Annales. 49e année. Mémoires XIII: Catalogue raisonné de microlepidoptères de Belgique. 1e partie.
— Académie Royales des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts. Bulletin de la classe des sciences. 1905. No. 3—11; 1906. No. 1—2. Annuaire. 72e année.
— Société Royale de Botanique. Bulletin. Année 1902—1903, 1—3e fasc.; Année 1904—1905, 1—2e fasc.

Budapest. Königl. Ung. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. 20. Band, 1902. — Aquila, Zeitschrift für Ornithologie. 11. Jahrg. 1904.

Chapel Hill (North Car.) Elisha Mitchel Scientific Society. Journal. Vol. 21, No. 3, 4; Vol. 22, No. 1.

Cherbourg. Société Nationale des Sciences Naturelles et Mathématiques. Mémoires. Tome 33. 1. 2er fasc; Tome 34.

Cincinatti. Lloyd Library. Reproduction series No. 4. — Mycological notes No. 3, 19, 20.

Chur. Naturforschende Gesellschaft Graubündens. Jahresbericht. 47. Band. Vereinsjahr 1904/05.

Córdoba. Academia Nacional. Boletin. Tomo 17, entr. 4; 18, entr. 1, 2.

Danzig. Naturforschende Gesellschaft. Schriften. N. F. 11. Band. 3. Heft.

Dar-es-Salâm. Kais. Gouvernement. Berichte über Forst- und Landwirtschaft in Deutsch-Ostafrika. 2. Band, 5., 6. und 7. Heft.

Dresden. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Jahresbericht. Sitzungsperiode 1904—1905.
— Genossenschaft Flora, Gesellschaft für Botanik und Gartenbau. Sitzungsberichte und Abhandlungen. 8. Jahrgang. 1903—1904.
— Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis. Sitzungsberichte und Abhandlungen. Jahrg. 1905. Jan.—Dez.

Dürkheim. Pollichia. Naturwissenschaftlicher Verein der Rheinpfalz. Mitteilungen No. 20, 61. Jahrg. 1904; No. 21, 62. Jahrg. 1905. — von Neumayer. Eine erdmagnetische Vermessung der bayerischen Rheinpfalz 1855/56.

Elberfeld. Naturwissenschaftlicher Verein. Jahresbericht. 11. Heft mit Beilage: Bericht über die Tätigkeit des chemischen Untersuchungsamtes der Stadt Elberfeld für das Jahr 1905.

Emden. Naturforschende Gesellschaft. 89. Jahresbericht 1903 bis 1904.

Erlangen. Physikalisch.-Medizinische Sozietät. Sitzungsbericht. 36. Band, 1904.

Frankfurt a. M. Physikalischer Verein. Jahresbericht f. d. Rechnungsjahr 1903—1904.

— Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft. Bericht 1905.

Frankfurt a. O. Naturwissenschaftlicher Verein. Helios. 22. Band.

Gießen. Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. 34. Bericht.

Graz. Naturwissenschaftlicher Verein. Mitteilungen. Jahrg. 1904.

Greifswald. Geographische Gesellschaft. 9. Jahresbericht 1903 bis 1905. — 20. Exkursion. Exkursion nach Helgoland und Hamburg am 13.—17. Juni 1905.

Halifax. Nova Scotian Institute of Natural Science. Proceedings and Transactions Vol. 11. Part I, Session of 1902—1903.

Halle. Verein für Erdkunde. Mitteilungen 1905.

— Kais. Leopold.-Karol. Akad. der Naturforscher. Anzeiger. Heft 41. Nr. 5—8, 11; Heft 42. Nr. 1—4.

Hamburg. Naturwissenschaftlicher Verein. Verhandlungen. 3 Folge. XII, XIII.

Hamilton. Hamilton Association. Journal and Proceedings. 1904—1905 Nr. 21.

Heidelberg. Naturhistorisch-Medizinischer Verein. Verhandlungen. 8. Band. 2. Heft.

— Königstuhl. Astrometrisches Institut. Mitteilungen V. VI. — Bestimmung der Längendifferenz zwischen der Gr. Sternwarte (Astrometrisches Institut) bei Heidelberg und der Kais. Universitäts-Sternwarte in Straßburg i. E.

Königstuhl. Astrophysikalisches Institut. Jahresbericht 1904. — Publikationen Band II. Nr. 1—8.

Helsingfors. Societas pro Fauna et Flora Fennica. Acta 25. — Meddelanden. 29. Häftet. 1902—1903.

Innsbruck. Naturwissenschaftlich-Medizinischer Verein. Berichte. 29. Jahrg. 1903/04 u. 1904/05.

Karlsruhe. Zentralbureau für Meteorologie u. Hydrographie. Beiträge zur Hydrographie des Gr. Baden. XI., XII. Heft.
— Jahresbericht f. 1904.

Kiel. Naturwissenschaftlicher Verein. Schriften. Band 13. 1. Heft.

Königsberg. Physikalisch-Oekonomische Gesellschaft. Schriften. 45., 46. Jahrgang.

Lausanne. Société Vaudoise des Sciences Naturelles. Vol. 40, Nr. 152; Vol. 41, Nr. 153, 154.

Leipa. Nordbömischer Exkursionsklub. Mitteilungen. 28. Jahrg. 2.—4. Heft; 29. Jahrg., 1. Heft.

Leipzig. Naturforschende Gesellschaft. Sitzungsberichte. 30. und 31. Jahrg. 1903—1904.
— Jablonowskysche Gesellschaft. Jahresbericht 1906.

Madison (Wisc.). Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters. Transactions Vol. III, 1873—1876; Vol. IV, 1876 — 1877; Vol. V, 1877—1881; Vol. VI, 1881-1883; Vol. VII, 1883—1887; Vol. XIV, 1903 Part. II.

Magdeburg. Museum für Natur- und Heimatkunde. Abhandlungen und Berichte. Band I, Heft 1.

Marburg. Gesellschaft zur Förderung der gesamten Naturwissenschaften. Sitzungsberichte. Jahrg. 1904/1905.

Marseille. Faculté des Sciences. Annales. Tome XV.

Mexico. Instituto Geológico. Boletin Nr. 20, 21. — Parergones Tomo I, Nr. 8—10.
— Observatorio Meteorológico-Magnetico Central. Boletin Mensual. Sept. Okt. 1902; Mai 1904.

Milwaukee. Public Museum. 23th. Annual Report, Sept. 1st 1904 to August 31st 1905.
— Wisconsin Natural History Society. Bulletin Vol. 3, Nr. 4; Vol. 4, Nr. 1, 2.

Montevideo. Museo Nacional. Flora Uruguaya. Tomo II (ultima entrega). — Anales. Serie II, entr. II; Tomo II, entr. 1.

München. K. Akademie der Wissenschaften. Sitzungsberichte der mathem.-physikalischen Klasse. 1905. Heft 1—3.
— Ornithologische Gesellschaft. Verhandlungen 1904. Bd. V.
— K. Hydrotechnisches Bureau. Jahrbuch 5. Jahrg. 1903; 6. Jahrg. 1904; 7. Jahrg. 1905. — Hartmann. Unter-

suchungen über das Verhalten der Wasserstände und der Talsohle der oberen Donau im Kreise Schwaben und Neuburg. — Abhandlungen: Ebermayer und Hartmann. Untersuchungen über den Einfluß des Waldes auf den Grundwasserstand. Ein Beitrag zur Lösung der Wald- und Wasserfrage. München 1904. — Specht. Größte Regenfälle in Bayern und ihre Verwertung für Hochwasserberechnungen nach Beobachtungen der Regenstationen in den Jahren 1899—1904. Mit einem Anhang: Ermittlung einer Beziehung zwischen Niederschlag und größtmöglichem Abflusse. München 1905. — Das Pegnitzgebiet in bezug auf seinen Wasserhaushalt. II. Teil: Ausnützung der Wasserkräfte. Bearbeitet von A. Specht. München 1904. — Verzeichnis der Flächeninhalte der Bach- und Flußgebiete im Königr. Bayern. Heft I—V, VIII. — Übersichtliche Zusammenstellung des Stromgebietes der Donau von den Quellen bis zum völligen Austritt aus Bayern. München 1905. — Atlas der bayerischen Flußgebiete. (1:200000) Blatt 5, 7, 8, 9, 10.

München. Bayer. Gesellschaft zur Erforschung der heimischen Flora. Mitteilungen Nr. 36—38.

Nancy. Société des Sciences. Bulletin des séances. Serie III, Tome IV, Fasc. I, II; Tome V, Fasc. III, IV; Tome VI, Fasc. III.

Neuchatel. Société des Sciences Naturelles. Bulletin, Tome 29. Année 1900—1901; Tome 30, Année 1901—1902; Tome 31, Année 1902—1903.

New York. American Museum of Natural History. Bulletin. Vol. 17, Part III (Dixon. The Huntington California Expedition. The Northern Maidu.); Vol. 17, Part IV. (Anthropometry of Central California); Vol. 21. 1905. — Annual Report for 1904. — Memoirs. Vol. IX, Part II: The phytosauria, with especial reference to mystriosuchus and rhytidodon.

Nürnberg. Naturhistorische Gesellschaft. Abhandlungen 15. Band. 2. Heft.

Olmütz. Naturwissenschaftliche Sektion des Vereins Botanischer Garten. I. Bericht. Vereinsjahre 1903/04 und 1904/05.

Ottawa. Geological Survey of Canada. Relief map of Canada. 1: 6336000.

Pará. Museu Göldi. Boletim Vol. IV, No. 4. — Verzeichnis der wissenschaftlichen Publikationen, welche während der Periode 1894—1904 aus dem Staatsmuseum Göldi für Naturgeschichte und Ethnographie in Pará hervorgegangen sind, oder bibliographischer Rückblick auf die Publikationsleistungen während des ersten Jahrzehnts seines Bestehens.

Philadelphia. Academy of Natural Sciences. Proceedings Vol. 57, Part III, (Sept. — Dec. 1905).

Pisa. Società Toscana di Scienze Naturale. Processi verbali Vol. 14, No. 6—8, Vol. 15. — Memorie Vol. 21.

Prag. Deutscher Naturwissenschaftlich-Medizinischer Verein Lotos. Sitzungsberichte. Jahrgang 1904. (Neue Folge 24. Band.)

— K. Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften. Sitzungsberichte der math.-naturw. Klasse. 1905. — Jahresbericht f. d. Jahr 1905. — Generalregister der Schriften der K. Böhm. Ges. d. Wiss. 1884—1904. — Kostlivy. Untersuchungen über die klimatischen Verhältnisse von Beirut, Syrien.

Roma. R. Accademia dei Lincei. Atti. Vol. 14; 1° sem. Fasc. 8—12. Vol. 14. 2° sem, Fasc. 1—12; Vol. 15. 1° sem. Fasc. 1—8. — Atti. Rendiconto dell' adunanza solenne del 4. Giugno 1905.

— R. Comitato Geologico d'Italia. Bollettino. Anno 1905, No. 2—4.

St. Gallen. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Jahrbuch f. d. Vereinsjahr 1904.

St. Louis. Academy of Science. Transactions. Vol. XIV, No. 7—8; Vol. XV, No. 1—5.

San Paulo. Sociedad Cientifica. Revista, No. 2. Sept. 1905.

Sion. Société Murithienne. Bulletin. Fasc. 33. Année 1904.

Stockholm. Entomologiska Föreningen. Entomologiska Tidskrift. Årgang 1904. Häfte 1—4.

Stuttgart. Verein für vaterländische Naturkunde. Jahreshefte, 61. Jahrgang mit Beilage: Ergebnisse der pflanzengeographischen Durchforschung von Württemberg, Baden und Hohenzollern. I.

Sydney. Australian Museum. Records. Vol. V, No. 6; Vol. VI, No. 1, 2. — Report of the Trustees for the year ended 30. June 1905.

Tacubaya. Observatorio Astronómico Nacional. Anuario para el año 1906. Año 26. — Observaciones meteorológicas durante el año 1896.

Tokio. Zoological Society. Annotationes zoologicae japonenses. Vol. V, Part IV, V.

Upsala. Geological Institut of University. Bulletin 1902—1903. Vol. VI, No. 1—12.

— Universität. Results of the Swedish Zoological Expedition to Egypt and the White Nile 1901. Part II.

Washington. Smithsonian Institution. Annual report for the year ending June 30, 1904. — Desgl. Report of the National Museum.

— U. S. Department of Agriculture. Yearbook 1904.

Wien. K. K. Geologische Reichsanstalt. Verhandlungen 1905, No. 1—18; 1906, No. 1—4. — Generalregister der Bände 41—50 der Jahrbücher und der Bände 1891—1900 der Verhandlungen. — Jahrbuch. Jahrg. 1905. 55. Band, 1.—4. Heft; Jahrg. 1906. 56. Band, 1. Heft.

— Akademie der Wissenschaften. Anzeiger 1905, No. 11—27; 1906, No. 1—14.

— K. K. Naturhistorisches Hofmuseum. Annalen. Band 19, No. 4; Band 20, No. 1.

Wiesbaden. Nassauischer Verein für Naturkunde. Jahrbücher. Jahrg. 58.

Würzburg. Physikalisch-Medizinische Gesellschaft. Sitzungsberichte 1904, No. 1—10; 1905, No. 1—9.

Zürich. Naturforschende Gesellschaft. Vierteljahrsschrift. 49. Jahrg. 1904. 3. u. 4. Heft. 50. Jahrg. 1905. 1.—4. Heft.

Vorstand.

Der Vorstand hat im Berichtsjahr 1905/06 aus den Herren

1. Geheimerat Prof. Dr. Engler, als Vorsitzender,
2. Geh. Hofrat Prof. Dr. Lehmann, als Stellvertreter des Vorsitzenden,
3. Geh. Hofrat Prof. Dr. Bunte, als Rechner,
4. Prof. Dr. Schultheiß, als Schriftführer, Redakteur und Bibliothekar,

5. Geheimerat Dr. Battlehner,
6. Staatsrat Oberbaudirektor Honsell,
7. Geh. Hofrat P. Treutlein,

bestanden.

Bewegung unter den Mitgliedern.

Neu eingetreten sind im Berichtsjahre 1905/06 die Herren: Prof. Dr. von Beck, Oberregierungsrat Dr. Bittmann, Lehramtspraktikant Emmerich, Bankbeamter Gau, Rechtsanwalt Händel, Privatdozent Dr. Hennings, Direktor Hoffacker, Oberamtmann Dr. Holderer, Augenarzt Dr. Katz, Lehramtspraktikant König, Regierungsbaumeister Langsdorff, Ingenieur Mandelbaum, Prof. Dr. Paulcke, Assistent Dr. Philipp, Privatdozent Dr. Skita, Ministerialrat Dr. Stoll, Vermessungsinspektor Stutz, General von Tempsky.

Durch den Tod hat der Verein seine beiden Ehrenmitglieder: den Staatsrat Dr. Moritz in Dorpat und seinen früheren langjährigen Schriftführer Geh. Hofrat Dr. Meidinger, ferner die Mitglieder Prof. Dr. K. L. Bauer, Privatmann Dr. Dittrich, Prof. Dr. Futterer, Augenarzt Dr. Gelpke, Domänenrat Gräff, Laboratoriumsvorstand Prof. R. Haas, Hofbaudirektor Hemberger verloren.

Ausgetreten sind, zumeist infolge von Wegzug, die Herren: Prof. Dr. Haußner, Amtmann Dr. Klotz, Assistent Dr. Knoche, Geh. Hofrat Leutz, Ökonomierat Magenau und Professor Wacker.

Am Schluß des Vereinsjahres 1905/06 hat der Verein 239 Mitglieder gezählt.

Mitglieder-Verzeichnis

(nach dem Stand vom 1. Juni 1906).

a. Korrespondierendes Mitglied.

Herr R. Temple, Schriftsteller in Buda-Pest.

b. Mitglieder. *

Alberti, Dr., Augenarzt (1902).
Albicker, Karl, Apotheker (1902).
Allers, H., Zahntechniker (1899).

---

* Die beigefügten Zahlen bedeuten das Jahr der Aufnahme.

Ammon, Dr. Otto, Schriftsteller (1883).
Arnold, Dr. Em., Laboratoriumsvorstand an der chemisch-techn. Prüfungs- u. Versuchsanstalt der Techn. Hochschule (1903).
Arnold, Eng., Geh. Hofrat, Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule (1895).
Auerbach, Dr., Kustos für Zoologie am Gr. Naturalienkabinett und Privatdozent an der Technischen Hochschule (1903).
Babo, Freiherr von, Baurat (1902).
Bartning, H., Referendär (1904).
Bartning, O., Rentner (1882).
Battlehner, Dr. F., Geheimerat (1866).
Battlehner, Dr. Th., Bezirks-Assistenzarzt (1898).
Beck, Dr., Prof. von, Direktor des Städt. Krankenhauses (1906).
Becker, Gustav, Oberkriegsgerichtsrat (1902).
Beeg, H., Fabrikdirektor in Durlach (1902).
Behm, O., Mechaniker (1889).
Behrens, Prof. Dr. J., Vorstand der Landw. Versuchsanstalt in Augustenberg bei Grötzingen (1902).
Benckiser, Dr. A., Geh. Hofrat, prakt. Arzt (1890).
Benckiser, Dr. W., Landgerichtsrat (1899).
Benoit, G., Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1902).
Berberich, Dr. A., prakt. Arzt (1897).
Bittmann, Dr. K., Oberregierungsrat, Vorstand der Fabrikinspektion (1906).
Böhm, Dr. F., Geh. Oberregierungsrat (1899).
Bongartz, Dr. A., prakt. Arzt (1896).
Brauer, E., Geh. Hofrat, Professor der theoretischen Maschinenlehre an der Technischen Hochschule (1893).
Brian, Dr. E., Medizinalrat (1896).
Buch, H., Ministerialrat (1899).
Buchmüller, Dr. prakt. Arzt (1905).
Bürgin, J., Obergeometer an der Technischen Hochschule (1894).
Buri, Theod., Lehramtspraktikant in Kehl (1903).
Bunte, Dr. H., Geh. Hofrat, Professor der chemischen Technologie an der Technischen Hochschule (1888).
Cadenbach, Dr., Amtmann (1904).
Carl, Dr. Siegfr., Städt. Obertierarzt (1901).
Clauß, Dr. H. W., prakt. Arzt (1898).

Clement, Gust., Reichsbankassessor (1904).
Cramer, H., Professor am Realgymnasium (1903).
Daehn, Dr. Ludw., Kriegsgerichtsrat (1904).
Deimling, Fr., Privatmann (1904).
Delisle, R., Oberingenieur a. D. in Durlach (1886).
Dieckhoff, Dr. E., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1880).
Dinner, Dr. H., Professor am Realgymnasium (1904).
Doederlein, G., Dr. Ing., Oberingenieur (1899).
Döll, G., Medizinalrat (1875).
Dörr, J., Professor an der Realschule (1895).
Doll, Dr. K., Hofrat, prakt. Arzt (1890).
Dolletschek, Ed., Kaufmann (1877).
Drach, A., Geh. Oberbaurat und Professor an der Technischen Hochschule (1881).
Durler, J., Professor am Gymnasium (1899).
Eberle, Dr. G., Bezirksarzt (1904).
Eitel, Dr. K. H., Apotheker und Stadtrat (1897).
Eitner, Prof., Dr. P., Leiter der chemisch-technischen Prüfungs- und Versuchsanstalt (1901).
Emmerich, E, Lehramtspraktikant (1906).
Engler, Dr. K., Geheimerat, Professor der Chemie an der Techn. Hochschule und Direktor des chemischen Instituts (1876).
Eppenich, H., Civilingenieur (1902).
Fikentscher, Tiermaler in Grötzingen (1904).
Fink, Handelslehrer (1903).
Fischbach, Dr. E., prakt. Arzt (1895).
Fischer, Otto, Hoflieferant (1901).
Föhlisch, Dr. E., Regierungsrat, Fabrikinspektor (1900).
Frankenstein, Dr. W., Chemiker (1901).
Fuchs, Dr., Baurat (1904).
Galette, Bankdirektor (1904).
Gau, E., Bankbeamter (1905).
Genter, Dr., prakt. Arzt (1902).
Gernet, K., General-Oberarzt a. D. (1875).
Glockner, B., Geheimerat, Direktor der Steuerdirektion (1878).
Goedecker, E., Ingenieur (1899).
Goffin, L., Direktor (1879).
Gräbener, L., Hofgartendirektor (1880).

Grävenhan, Dr. P., Professor am Kadettenkorps (1897).
Grashof, R., Professor am Gymnasium (1895).
Graßmann, R., Professor d. Maschinenbaues a. d. Techn. Hochschule [(1904).
Gretsch, Eug., Forstrat (1903).
Grund, Fabrikant (1904).
Gutmann, Dr. K., prakt. Arzt (1894).
Gutsch, Dr. L., Medizinalrat, Spezialarzt für Chirurgie (1895).
Haber, Dr. F., Professor der physikalischen Chemie an der Technischen Hochschule (1896).
Hafner, Fr., Regierungsrat (1886).
Haid, Dr. M., Geh. Hofrat, Professor der Geodäsie an der Technischen Hochschule (1882).
Hamel, Dr., Professor für Mathematik an der Deutschen Techn. Hochschule in Brünn (1904).
Händel, Wilh., Rechtsanwalt (1905).
Hart, J., Geheimerat, Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1870).
Hassenkamp, K., Rentner (1875).
Hauser, Dr. W., Obermedizinalrat (1898).
Hausrath, Dr. H., Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1897).
Heintze, Dr., Ministerialrat (1901).
Helbig, Dr. M., Privatdozent für Bodenkunde an der Techn. Hochsch. (1903).
Helbing, Dr. P., prakt. Arzt (1896).
Hemberger, H., Hochbauinspektor (1904).
Henning, Th., Kommerzienrat (1896).
Hennings, Dr. K., Privatdozent f. Zoologie a. d. Techn. Hochschule (1905).
Heß, Geh. Oberpostrat und Oberpostdirektor a. D. (1901).
Hildebrandt, M., Geh. Oberfinanzrat (1881).
Hoffacker, K., Direktor der Kunstgewerbeschule (1905).
Hoffmann, Dr. H., prakt. Arzt (1881).
Hoffmann, K., Major a. D. (1897).
Holderer, Dr. J., Oberamtmann in Kehl (1905).
Holzmann, A., Professor an der Oberrealschule (1893).
Homburger, Dr. Th., prakt. Arzt (1899).
Honsell, M., Staatsrat, Direktor des Wasser- und Straßenbaues, Professor des Wasserbaues an der Techn. Hochschule (1884).

Hutt, J., Zahnarzt (1904).
Jahraus, W., Buchhändler in Straßburg (1899).
Joos, Gr. Maschineninspektor (1904).
Jourdan, Dr. J., prakt. Arzt (1894).
Just, Dr., Gerh., Privatdozent für phys. Chemie an der Technischen Hochschule (1903).
Kaiser, Dr. F., Medizinalrat (1889).
Karle, M., Professor am Gymnasium (1897).
Kast, Dr. H., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1883).
Katz, Dr., prakt. Augenarzt (1905).
Keller, K., Geh. Hofrat, Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1869).
Klein, Dr. L., Professor der Botanik a. d. Techn. Hochschule (1895).
Klein, L., I. Assistent an der chemisch-technischen Prüfungs- und Versuchsanstalt (1897).
Knauer, Leonh., Reallehrer (1902).
Kneucker, A., Hauptlehrer (1902).
Knittel, Dr. A., Buchdruckereibesitzer (1902).
Knittel, Dr. R., Buchhändler (1895).
Köhler, Oberförster in Bretten (1903).
Kölmel, Prof. Dr., in Baden (1900).
König, G., Lehramtspraktikant (1906).
Kohlhepp, Fr., Bezirkstierarzt (1886).
Kors, A. van der, Bankdirektor (1890).
Kreßmann, A. Th., Major a. D. (1875).
Krieger, Dr. M., prakt. Arzt in Königsbach (1904).
Kronstein, Dr. A., Chemiker (1896).
Krumm, Dr. F., Spezialarzt für Chirurgie (1897).
Künkel, K., Reallehrer in Ettlingen (1902).
Kund, Th., Wirkl. Geh. Kriegsrat (1903).
Kux, Dr. H., Chemiker (1899).
Lang, Dr. A., Professor am Realgymnasium (1897).
Langsdorff, E., Regierungsbaumeister (1905).
Lay, Dr., Aug., Seminarlehrer (1903).
Le Blanc, Dr. M., Professor der physikalischen Chemie und Elektrochemie an der Technischen Hochschule (1901).
Lehmann, Dr. O., Geh. Hofrat, Professor der Physik an der Technischen Hochschule (1890).

Leutz, H., Professor am Realgymnasium (1896).
Levinger, Dr. F., prakt. Arzt (1895).
Lorenz, W., Kommerzienrat (1879).
Ludwig, Dr., Th., Spezialarzt für Chirurgie (1904).
Lüders, P., Ingenieur in Berlin (1895).
Mandelbaum, A., Ingenieur (1906).
Marschalck, K. von, Major a. D. (1896).
Massinger, R., Professor an der Oberrealschule (1894).
May, Dr. W., a. o. Professor für Zoologie a. d. Technischen Hochschule (1899).
Mayer, Paul, Lehramtspraktikant (1904).
Mayer, Rud., Zinkograph (1893).
Meeß, Ad., Privatmann u. Stadtrat (1899).
Millas, K. de, Ingenieur (1893).
Molitor, Dr. E., prakt. Arzt (1894).
Müller, Dr. L., Medizinalrat (1896).
Müller, Dr. U., Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1893).
Muth, Dr., Oppenheim (1902).
Näher, R., Baurat (1893).
Naumann, Er., Bergassessor (1904).
Neumann, Dr., M., prakt. Arzt (1901).
Netz, Dr. F., prakt. Arzt (1893).
Nüßlin, Dr. O., Geh. Hofrat, Professor der Zoologie an der Technischen Hochschule (1878).
Oechelhaeuser, Dr. A. von, Geh. Hofrat, Professor der Kunstgeschichte an der Technischen Hochschule (1898).
Oehmichen, H., Fabrikant (1904).
Ordenstein, H., Hofrat, Direktor des Konservatoriums (1903).
Orsinger, Jul., Professor an der Realschule (1904).
Paull, Dr. H., prakt. Arzt (1898).
Paulcke, W., a. o. Professor für Mineralogie und Geologie.
Paravicini, Dr. R., Hilfsarbeiter im Minist. des Innern (1903).
Peter, W., Architekt (1903).
Pezoldt, O., Buchhändler (1903).
Pfeil, Dr., Chemiker in Pforzheim (1901).
Philipp, Dr., Assistent am mineralog. Institut d. Techn. Hochsch. (1905).
Reck, K. von, Freiherr, Geheimerat und Kammerherr (1869).

Rebmann, E., Oberschulrat (1902).
Rehbock, Th., Professor des Wasserbaues an der Technischen Hochschule (1900).
Reichard, Fr., Stadtbaurat, Direktor der städtischen Gas- und Wasserwerke (1892).
Reinfurth, Th., Seminarlehrer (1903).
Resch, Dr. A., prakt. Arzt (1888).
Richter, Prof. Dr., M., Fabrikdirektor (1903).
Riehm, Ph., Verbandssekretär (1903).
Riffel, Dr. A., prakt. Arzt, a. o. Professor für Hygiene an der Technischen Hochschule (1876).
Risse, Dr. H., prakt. Arzt (1899).
Röder von Diersburg, Freiherr, Oberst z. D. und Kammerherr (1901).
Rosenberg, Dr. M., prakt. Arzt (1898).
Roth, Dr. K., prakt. Arzt (1897).
Rupp, G., Professor, Leiter der Großh. Lebensmittelprüfungsstation (1899).
Sachs, W., Geh. Oberfinanzrat (1885).
Sachs, W., Kaufmann.
Schaaff, E., Privatier (1899).
Schellenberg, R., Finanzrat (1899)
Scheurer, K., Hofmechaniker und Optiker (1877).
Schleiermacher, Dr. A., Professor der theoretischen Physik an der Technischen Hochschule (1881).
Schmidt, Fr., Professor der wissenschaftlichen Photographie an der Technischen Hochschule (1892).
Scholl, Dr. Rol., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1896).
Scholtz, K., Stabsveterinär (1905).
Schultheiß, Professor Dr., Ch., Großh. Meteorolog und Dozent a. d. Techn. Hochsch. (1886).
Schur, Dr. F., Geh. Hofrat, Professor der Geometrie an der Technischen Hochschule (1901).
Schuster, Fr., Oberstleutnant a. D. (1905).
Schwab, Dr., Th., prakt. Arzt (1905).
Schwarzmann, Professor Dr. M., Privatdozent für Mineralogie an der Technischen Hochschule und Kustos am Naturalienkabinett (1901).

Schweickert, M., Seminar-Oberlehrer a. D. (1873).
Seneca, F., Fabrikant (**1863**).
Siefert, X., Oberforstrat, Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1895).
Sieveking, Dr. H., Privatdozent für Physik an der Technischen Hochschule (1902).
Skita, Dr. A., Privatdozent für Chemie a. d. Tech. Hochsch. (1905).
Spranger, E., Postrat (1903).
Sprenger, A. E., Geh. Oberregierungsrat (1878).
Spuler, Dr. A., a. o. Professor der Anatomie in Erlangen (1897).
Spuler, Dr. R., Augenzarzt (1903).
Stark, F., Professor an der Oberrealschule (1895).
Stein, H., Apotheker in Durlach (1896).
Steiner, Dr. A., prakt. Arzt (1896).
Sternberg, Dr. H., prakt. Arzt (1897).
Steude, Dr. M., Sekretär (1896).
Stoll, Herm., Forstpraktikant (1902).
Stoll, Dr. W., Ministerialrat (1906).
Ströbe, F., Dr., Hofapotheker (1905).
Stutz, Ludw., Gr. Vermessungsinspektor (1905).
Teichmüller, Dr. J., a. o. Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule (1899).
Tein, Dr. M. von, k. bayer. Bauamtmann (1888).
Tempsky, G., von, General z. D. (1906).
Timann, Dr., Generalarzt (1903).
Treutlein, P., Geh. Hofrat, Direktor des Reform- und Realgymnasiums (1875).
Troß, Dr. O., Hofrat, prakt. Arzt (1893).
Vogel, Dr., Chemiker (1904).
Vogt, A., Rektor, Vorstand der städt. Handelsschule (1903).
Volz, H., Professor an der Akademie der bildenden Künste (1892).
Wagner, Dr. E., Geheimerat, Konservator der Altertümer (**1864**).
Wagner, G., Privatier in Achern (1876).
Wagner, Leop., Prokurist in Ettlingen (1899).
Wallenberg, A. von, Generalmajor z. D. (1903).
Weber, Assistent am physik. Institut der Techn. Hochschule (1904).
Wedekind, Dr. L., Geh. Hofrat, Professor der Mathematik an der Technischen Hochschule (1876).
Weiler, Dr. A., Professor a. D. (1883).

Williard, A., Baurat a. D. und Stadtrat (1895).
Wilser, Dr. L., in Heidelberg (1881).
Wimmer, Em., Forstpraktikant, Assistent an der Technischen Hochschule (1904).
Winkelmann, Dr., Max, Assistent für theoretische Mechanik (1906).
Wittmer, K., Oberforstrat (1899).
Wöhler, Dr. Loth., a. o. Professor der Chemie a. d. Technischen Hochschule (1898).
Wunderlich, Dr. H., prakt. Arzt (1896).
Zartmann, Dr. F., Privatmann (1899).
Ziegler, A., Medizinalrat (1903).
Ziegler, Dr. V., prakt. Arzt (1899).
Zimmermann, Fr., Gr. Oberingenieur (1899).

Für die Redaktion verantwortlich: Prof. Dr. Schultheiss.

Sitzungsberichte.

---

630. Sitzung am 9. Juni 1905.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 31 Mitglieder.

Neu angemeldetes Mitglied: Herr Oberamtmann Dr. Holderer in Bretten.

Herr Privatdozent Dr. May hielt einen Vortrag über: „Darwinistische Probleme in der griechischen Philosophie". Als solche bezeichnete er das Speziesproblem, d. h. die Frage nach der Entstehung der organischen Formen auf unserer Erde, und das teleologische Problem, d. h. die Frage nach der Entstehung der organischen Zweckmäßigkeit. Schon die griechischen Philosophen beschäftigten sich mit beiden Fragen. So lehrte Anaximander das Hervorgehen der Tiere aus dem Schlamm im Wasser durch den Einfluß der Sonnenwärme, und die Entstehung der Landtiere aus Vorfahren, die in einer fischähnlichen Hülle steckten. Heraklit von Ephesos stellte den Satz auf: „alles fließt", und behauptete, der Kampf sei der Vater aller Dinge, worin man einen Anklang an die Lehre Darwins vom Kampf ums Dasein erblickt hat. Xenophanes, Parmenides, Empedokles und Demokrit ließen die Lebewesen durch Urzeugung aus dem Erdschlamm entstehen. Empedokles machte zugleich den ersten Versuch, die Zweckmäßigkeit der organischen Bildungen rein mechanisch aus blinden Naturkräften zu erklären, ahnte also den Darwinschen Selektionsgedanken voraus. Im Gegensatz zu Empedokles nahm Anaxagoras einen zwecktätig wirkenden Weltgeist an. Die Tiere und Pflanzen ließ auch er aus Erde hervorgehen, die durch

Keime aus der Luft und dem Aether befruchtet wurde. Sokrates glaubte, daß die Tiere und Pflanzen zum Wohl und Nutzen des Menschen erschaffen worden seien. Auch Plato huldigte dieser Ansicht, indem er die Pflanzen als Nahrung für den Menschen, die Tiere als Aufenthaltsorte für die verderbten menschlichen Seelen von den göttlichen Gestirnen erzeugt werden läßt. Aristoteles sprach von einer Stufenleiter in der Natur, die von den unbeseelten Dingen zu den Pflanzen, von den Pflanzen zu den Tieren, von den Tieren zu den Menschen führt. Diese Stufenleiter war ihm aber keine Entwicklungsreihe, d. h. er lehrte nicht das Hervorgehen der Pflanzen aus den Steinen, der Tiere aus den Pflanzen, der Menschen aus den Tieren. Er hielt vielmehr die Welt und die in ihr lebenden Organismen für ewig und ungeworden. Seit jeher hat es nach Aristoteles die heutigen Tier- und Pflanzenarten gegeben, nur die Einzelwesen sind vergänglich. Hypothetisch hat allerdings auch Aristoteles den Gedanken der Urzeugung entwickelt. In der nacharistotelischen Philosophie fand die Urzeugungslehre in den Epikuräern entschiedene Vertreter. Der römische Epikuräer Titus Lucretius Carus läßt in seinem berühmten Lehrgedicht „Ueber die Natur der Dinge" zuerst die Vögel aus den durch Urzeugung entstandenen Eiern hervorschlüpfen, dann die anderen Tiere aus gebärmutterartigen Hüllen, die aus dem Erdboden hervorsproßten. Auch entwickelt Lucretius mit großer Klarheit den darwinistischen Gedanken der Naturauslese im Kampf ums Dasein, und seine Ausführungen über die allmähliche Entwicklung des Menschengeschlechtes aus rohen Anfängen berühren sich vielfach mit modernen Ideen.

An der Besprechung des Vortrages beteiligten sich die Herren Engler, Fuchs und Wagner.

631. Sitzung am 23. Juni 1905.

Vorsitzender: Herr Geh. Hofrat Dr. Lehmann. Anwesend 38 Mitglieder.

Herr Geh. Hofrat Prof. Haid sprach über die im südlichen Schwarzwald und in der Bodenseegegend ausgeführten Schwerkraftmessungen. Nach Erläuterung der Ausführung der Beobachtungen und des dazu gebrauchten Pendelapparates wurde in Kürze der Gang der Berechnung dargelegt. Auch wurde gezeigt, wie man

zu dem Ausdruck. für die Abhängigkeit der Schwerkraftintensität von der geographischen Breite gelangt. Dabei wies der Redner auf die von Professor Helmert eingeführte Kondensationsmethode hin. Man denkt sich hier eine Schicht von 21 Kilometer Dicke zwischen der physischen Erdoberfläche und einer zum Meeresniveau parallelen Fläche mit gleichmäßiger Masse von mittlerer Dichte des Festlandes erfüllt und kondensiert alle Unregelmäßigkeiten in der Massenverteilung von Kontinenten und Ozeanen als positiven oder negativen Massenbelag auf die innere Parallelfläche. Gegenüber dem, für solche Verhältnisse normalen Wert der Schwerkraft ergibt der an einem Ort beobachtete Wert der Schwereintensität, ganz abgesehen von Beobachtungsungenauigkeiten, mehr oder minder große Differenzen, deren Ursache dann in sogenannten Störungen der Massenverteilung zu suchen sind. Man kann sich nun alle Massenstörungen, welche bewirken, daß die beobachtete Schwerkraft nicht ihrem Normalwert gleich ist, ersetzt denken durch eine nach außen gleichwirkende ideelle kondensierte Schicht von gewisser Flächendichtigkeit im Meeresniveau dicht unter dem Ort, auf welchem beobachtet wurde. Von dieser ideellen Massenstörung sind die wirklichen Massendefekte oder Massenüberschüsse wohl zu unterscheiden, deren tatsächliche Lagerung noch unbekannt bleibt. Im allgemeinen werden sie tiefer als im Meeresniveau zu vermuten sein und sind dann weit größer als die berechneten ideellen Massen der Störung.

Die Messungen, die in den Jahren 1897 und 1903 ausgeführt worden sind, ergeben, daß vom Bodensee aus nach dem südlichen Schwarzwald zu ein Massendefekt sich erstrekt. Bei Konstanz entspricht derselbe einer ideellen, im Meeresniveau kondensierten Schicht von 650 Meter mit einer Dichte von 2,4. Allmählich abnehmend keilt dieser Defekt in der Richtung von Basel längs des Wiesentals nach dem Feldberg zu aus; weiter westlich dieser Linie zeigen sich dann unter dem Rheintal und insbesondere unter dem Kaiserstuhl Massenüberschüsse. Weitere Messungen, die im Herbst 1905 vorgenommen werden, sollen insbesondere Aufschluß geben über die Erstreckung der Massenüberschüsse im Rheintal zwischen Basel und dem Kaiserstuhl.

An der Besprechung beteiligten sich die Herren: Haid, Joos, Lehmann und Treutlein.

632. Sitzung am 7. Juli 1905.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 46 Mitglieder.
Neu angemeldetes Mitglied: Herr K. Hoffacker, Direktor der Kunstgewerbeschule.

Im großen Hörsaal für Chemie der Technischen Hochschule hielt Herr Privatdozent Dr. Auerbach einen durch Vorführung von Lichtbildern unterstützten Vortrag über die „plastische Anatomie des Borghesischen Fechters".

Die plastischen Kunstwerke der alten Griechen zeichnen sich durch eine ungemein große Naturtreue aus; bei vielen derselben finden wir eine derartige Exaktheit ihres anatomischen Baues, daß sich uns immer wieder die Frage aufdrängt, ob jene alten Meister nicht doch eingehende Studien an Leichen gemacht haben.

Unter allen bekannten Statuen des Altertums zeichnet sich diejenige des sogenannten Borghesischen Fechters, die sich jetzt im Louvre zu Paris befindet, durch eine geradezu verblüffende anatomische Genauigkeit aus. Bis in die feinsten Einzelheiten ist hier ein gut gebildeter männlicher Körper richtig dargestellt. Dies war denn auch der Anlaß, daß schon eine ganze Anzahl Anatomen die Statue auf dem Weg plastischer Rekonstruktion vom Skelett an durch Auftragen der betreffenden Muskulatur wieder nachgebildet haben und sich so von der absoluten Richtigkeit des Kunstwerkes überzeugen konnten. Derartige Untersuchungen wurden zuerst von dem französischen Anatomen Salvage im Jahr 1812 angestellt, und die Diapositiv-Aufnahmen, die der Vortragende demonstrierte, sind nach den Zeichnungen von Salvage verfertigt worden.

Der Vortragende gab nach einer kurzen historischen Einleitung zunächst eine Darstellung der verschiedenen heute bekannten Proportionssysteme des menschlichen Körpers und nahm an einer verkleinerten Nachbildung der Statue selbst Messungen vor. Hierauf folgte unter Benutzung einer größeren Zahl von Zeichnungen und Diapositiv-Aufnahmen, die den Fechter von allen Seiten und bis in die feinsten Details zerlegt darstellten, eine kurze plastisch anatomische Betrachtung des menschlichen Körpers.

An der sich hieran anschließenden Diskussion beteiligten sich außer dem Vortragenden die Herren Joos, Lehmann und Treutlein.

633. Sitzung am 27. Oktober 1905.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 48 Mitglieder. Im physikalischen Hörsaal der Technischen Hochschule.

Der Vorsitzende widmete zunächst dem am 11. Oktober verstorbenen Ehrenmitglied Geh. Hofrat Prof. Dr. Meidinger einen warm empfundenen Nachruf, indem er dessen Verdienste um die Wissenschaft sowohl, als wie um den Naturwissenschaftlichen Verein, dessen Schriftführer er volle 33 Jahre gewesen ist, hervorhob. Das Leben und Wirken Meidingers soll an anderer Stelle eingehend gewürdigt werden (siehe Abhandlungen).

Herr Geh. Hofrat Dr. Lehmann hielt sodann den angekündigten Vortrag über Doppelbrechung und Drehung der Polarisationsebene bei flüssigen Krystallen.

Durch zahlreiche weithin sichtbare Experimente und anschauliche Modelle, insbesondere aber auch durch Erklärung der prachtvollen Farbenerscheinungen bei flüssigen Krystallen (s. Meyers Konversationslexikon, 6. Aufl., Band II, Seite 708, Tafel) — bekanntlich eine Entdeckung des hiesigen physikalischen Institutes — durch Beiziehung großer bemalter Tafeln und farbiger Projektionsbilder versuchte der Vortragende, soweit es die Kürze der Zeit gestattete, ausgehend von der elektromagnetischen Lichttheorie, das Wesen der Doppelbrechung im allgemeinen zu erklären, sodann aber insbesondere eine neue von ihm erfundene außerordentlich einfache Methode der Messung derselben, die sich auf alle schmelzbaren Krystalle anwenden läßt und dem analysierenden Chemiker, welcher damit jene charakteristische Eigenschaft ohne alle Umstände auch bei Spuren von Substanzen bestimmen kann, ein wertvolles Hilfsmittel zu werden verspricht.

Nicht minder einfach gestaltet sich damit die Messung der Doppelbrechung flüssiger Krystalle, was insofern aktuelles Interesse hat, als bekanntlich in der Sitzung der Deutschen Bunsengesellschaft am 3. Juni 1906, zu welcher auch der Naturwissenschaftliche Verein eingeladen war, einer der hervorragendsten Sachverständigen auf diesem Gebiet, Herr Professor Thammann in Göttingen, die Behauptung aufgestellt hatte, eine Doppelbrechung flüssiger Krystalle sei bis jetzt nicht nachgewiesen.

Durch die neue einfache Messungsmethode, sowie infolge davon, daß auf Anregung des Vortragenden nunmehr die chemische Fabrik E. Merck in Darmstadt die erforderlichen Präparate und

die Firma Voigt und Hochgesang in Göttingen die nötigen Instrumente liefert, ist in Zukunft jeder Sachverständige in den Stand gesetzt, ohne Umstände sich von der Unhaltbarkeit aller gegen die Existenz flüssiger Krystalle vorgebrachten Einwände selbst zu überzeugen.

An der sich an den Vortrag anknüpfenden Besprechung beteiligten sich außer dem Redner die Herren Engler und Wöhler.

634. Sitzung am 17. November 1905.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 64 Mitglieder.

Neu angemeldete Mitglieder die Herren: Bankbeamter Gau, Professor Dr. Paulcke, Vermessungsinspektor Stutz.

Der Vorsitzende widmete zunächst dem am 12. November gestorbenen Prof. Dr. K. B. Bauer einen Nachruf, teilte dann mit, daß der 18. Band der Verhandlungen nunmehr zur Verteilung an die Mitglieder gelangt sei und daß die Abteilung Karlsruhe der Deutschen Kolonialgesellschaft die Mitglieder des Vereins und ihre Angehörigen zu einem Vortrag eingeladen habe, den Herr Major a. D. Schlagintweit über das Thema: „Der Kongostaat und die deutschen Interessen“ halten werde.

Herr Geheimerat Engler sprach sodann über die Radioaktivität der Mineralquellen des unteren Schwarzwaldes. Dieselbe kann auf zweierlei Ursachen zurückgeführt werden: auf den Gehalt von Radium selbst oder eines ihm verwandten Elementes wie Radiothor, Aktinium usw., oder auf den Gehalt einer von Radium ausgestrahlten Emanation, die in ähnlicher Weise wie ein Gas, z. B. Kohlensäure, in dem Wasser gelöst ist und dasselbe gleich dem Radium selbst aktiv macht. Die Aktivität eines Quellwassers ersterer Art ist beständig, die durch Emanation bedingte vergänglich; sie nimmt in je zirka vier Tagen immer um die Hälfte ab und verschwindet schließlich ganz. Nur ganz frisch aus den Quellen entnommene Wasser können deshalb ihre volle Radioaktivität zeigen. Nach Erläuterung des neuen Apparates, den Vortragender in Gemeinschaft mit Herrn Dr. Sieveking vom hiesigen physikalischen Institut zur Messung der Radioaktivität von Quellwassern konstruierte, wurden die Resultate der Versuche mit den Thermalwassern von Baden-Baden und der Renchtalbäder mitgeteilt.

In beiden Quellgebieten zeigt sich bei den einzelnen Quellen eine große Verschiedenheit der Radioaktivität. In Baden-Baden ist die Büttquelle weitaus die stärkste, nächstdem die auch schon von Himstedt als aktiv erkannte Murquelle, alsdann die Freibadquelle, die Friedrichsquellen usw.; als die schwächste erwies sich die Quelle des Kirchenstollens. Die Aktivität der Quellwasser beruht fast nur auf Gehalt an Emanation. Im Bereich des Quellgebietes des Kniebis (Renchtalbäder und Rippoldsau) zeigten einzelne Quellen von Griesbach, dann die von Antogast die größte Radioaktivität, doch höchstens in Stärke der Murquelle von Baden-Baden. Ueberraschende Resultate ergaben die Versuche in Karlsbad und in Gastein. Alle heißen Quellen des ersteren Ortes sind arm an Radioaktivität, am ärmsten der Sprudel, dessen Heilwirkung bekanntlich auch auf ganz anderen Ursachen, dem Gehalt an Glaubersalz und anderen Bestandteilen, beruht. Nur eine einzige, aber salzarme und kalte Quelle ergab eine nennenswerte Radioaktivität, die indessen ebenfalls geringer ist, als die der Büttquelle von Baden. Ganz hervorragend starke Aktivität besitzen dagegen einzelne Thermalquellen von Gastein, unter diesen die stärkste die Grabenbäckerquelle, welche auch noch die Badener Büttquelle übertrifft und überhaupt die radioaktivste sämtlicher bis jetzt untersuchten Heilquellen ist. Auch in Italien hat Vortragender neuerdings zahlreiche Thermen und andere Mineralwasser untersucht, woselbst die warme Quelle eines alten Römerbades auf der Insel Ischia bei Neapel die höchste Radioaktivität aufwies. Ebenfalls radioaktiv, doch weniger stark, zeigten sich die Thermalquellen von Pozzuoli, Bagnoli und Castellamare, sowie das Wasser der Fangoteiche von Battaglia bei Padua, stark radioaktiv die kalte Quelle von Fiuggi in den Apeninnen zwischen Rom und Neapel. Als merkwürdig erwies sich, daß die Wasser altrömischer Thermalbäder häufig besonders stark radioaktiv sind. In dem aus den Mineralwassern sich abscheidenden Schlamm reichert sich die Radioaktivität wie schon Elster und Geitel für die Ursprungsquelle und die Friedrichsquellen konstatiert hatten, zumeist stark an, doch ist dies keineswegs immer der Fall, da der Schlamm der am stärksten aktiven Büttquelle fast gar kein Radium enthält. Es gelang indessen, in dem Schlamm verschiedener Quellen von Baden die Anwesenheit des Radiums in Form von salzartigen Verbindungen mit Bestimmtheit nach-

zuweisen, sowie auch ein zweites radioaktives Element, auf welches schon die genannten Forscher hingewiesen hatten, aufzufinden und jetzt in ihm das Radiothor zu erkennen. Ein im hiesigen Laboratorium aus Quellenschlamm von Baden hergestelltes Radiumpräparat wurde vorgezeigt, welches nicht bloß den Platincyanbariumschirm zum Leuchten bringt, sondern sogar selbst deutlich leuchtet (wohl das erste Radiumpräparat dieser Art aus deutschem Material), sowie auch die Erzeugung scharfer photographischer Bilder ermöglicht. Nach den vom Vortragenden gemachten Wahrnehmungen scheint das Radium nicht aus besonders großen Tiefen hinaufgeführt zu sein, sondern mehr den weiter nach oben gelegenen Verwitterungsgesteinen durch die dasselbe durchfließenden Quellwasser entnommen zu werden.

An der Besprechung beteiligten sich außer dem Vortragenden noch die Herren Schleiermacher und Timann.

Im Anschluß an den Vortrag berichtete Herr Dr. Carl, daß nach den Untersuchungen von Tizzoni und Bongiovanni in Bologna das Wutgift durch Bestrahlung mit Radium völlig unschädlich gemacht werden könne; es soll sogar gelungen sein, mit Wutgift geimpfte Kaninchen auf diese Weise vor dem Ausbruch der Tollwut zu bewahren.

Hierauf berichtete noch kurz Herr Geh. Hofrat Dr. Haid über den derzeitigen Zustand der beiden vom Verein eingerichteten Erdbebenstationen in Durlach und Freiburg. In Durlach wurde nach mancherlei Versuchen die Schwierigkeit in der Beleuchtung, welche für die photographische Registrierung nötig ist, durch eine von dem unterirdischen Beobachtungsraum ins Freie führende Ventilation gehoben; es konnten die ersten vom 8. bis 11. November gewonnenen und in ihrer Feinheit befriedigenden Registrierungen vorgewiesen werden. In außerordentlich dankenswerter Weise hat das Vereinsmitglied, Herr Apotheker Stein in Durlach, die Aufsicht und Wartung der dortigen Station übernommen, welche nun in Bälde in regelmäßigen Betrieb kommt. In Freiburg wurde von Herrn Professor Leutz in der ersten Hälfte des September der Horizontalpendelapparat und die Stationsuhr aufgestellt, doch funktioniert dort die Beleuchtung, die erst am 11. November eingerichtet werden konnte, noch nicht ordnungsgemäß. Herr Professor Neuberger hat sich um die Aufstellung und die seitherige Wartung der Apparate in sehr verdienstvoller Weise angenommen.

635. Sitzung am 1. Dezember 1905.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 44 Mitglieder.

Neu angemeldete Mitglieder: die Herren Privatdozent Dr. Hennings, Augenarzt Dr. Katz, Regierungsbaumeister Langsdorff, Assistent an der Technischen Hochschule Dr. Philipp, Chemiker Dr. Skita.

Herr Professor Dr. May hielt am 1. Dezember einen Vortrag über „Schillers Verhältnis zur Natur und ihrer Wissenschaft“, aus dem wir folgendes hervorheben. Wenn Schiller auch nicht entfernt in so innigen Beziehungen zur Natur stand als Goethe, so hat sich doch auch sein Dichtergeist an der Flamme der Natur genährt, und seine ästhetischen Schriften legen Zeugnis dafür ab, daß er selbst sich über das Verhältnis des Dichters zur Natur klar zu werden suchte. Und auch der wissenschaftlichen Naturbetrachtung hat Schiller nicht ganz fern gestanden, denn die beiden Probeschriften, die er zum Zweck der Entlassung aus der Stuttgarter Militärakademie verfaßte, berühren das Grenzgebiet von Naturwissenschaft und Naturphilosophie. Die eine dieser Schriften behandelt die Philosophie der Physiologie und sucht zu zeigen, wie die Materie auf den Geist wirken könne, die andere erörtert den Zusammenhang der tierischen Natur des Menschen mit seiner geistigen. Hier tritt uns auch der darwinistische Gedanke der tierischen Herkunft des Menschengeschlechts entgegen, ebenso in der ersten Gedichtsammlung Schillers, in seiner akademischen Antrittsrede, dem Aufsatz über die erste Menschengesellschaft und dem Gedicht über die Künstler. Berührt sich so Schiller in manchen Ansichten mit dem Biologen Darwin, so nähert er sich in andern dem Physiker Fechner. Die Allbeseelung der Natur ist ein Grundgedanke der Schillerschen Jugendphilosophie. In dem Anthologiegedicht „Phantasie an Laura“ ist es der Geist der Liebe, der die Welt zusammenhält, und in den philosophischen Briefen betrachtet Schiller die Natur als ein göttliches Kunstwerk, als das Abbild der göttlichen Substanz, einen unendlich geteilten Gott. Er vergleicht das Naturgebäude mit einem prismatischen Glas, in dem sich die einheitliche Substanz des göttlichen Ichs in zahllose empfindende Substanzen bricht und sieht die Ursache dieser Spaltung der göttlichen Einheit in dem Bedürfnis Gottes, seine Seligkeit in andern widerzuspiegeln. Bei dieser Auffassung konnte Schiller

die naturwissenschaftliche Weltanschauung des Mechanismus ebensowenig befriedigen, wie die christliche Naturansicht mit ihrer scharfen Scheidung von Gott und Welt. Nur im griechischen Polytheismus fand er eine der seinen verwandte Auffassung. Daher seine Sehnsucht nach den schönen Fabelwesen des Griechentums, die in dem Gedicht über die Götter Griechenlands zu ergreifendem Ausdruck kommt. Nie ist wohl der Gegensatz zwischen dichterischer und wissenschaftlicher Naturbetrachtung schöner charakterisiert worden, als in diesem Gedicht. Aus der hauptsächlich auf dem Gefühl beruhenden Naturansicht des jugendlichen Schiller erklärt sich auch das harte Urteil, das er 1787 über die rein wissenschaftliche Naturbetrachtung des Goethischen Kreises fällte. Er sah in Goethe den materialistischen Geist der wissenschaftlichen Naturforschung verkörpert, und die Kluft zwischen beiden Dichtern schien unüberbrückbar, als Schiller in dem Aufsatz über Anmut und Würde eine scharfe Grenze zwischen dem Reich der Natur, wo die Notwendigkeit, und dem Reich des Geistes, wo die Freiheit herrscht, zu ziehen versuchte. Doch schon im folgenden Jahr sollte grade die Naturwissenschaft den Grund legen zu dem Freundschaftsbund beider Dichter und bald darauf ließ Schiller in dem Aufsatz über naive und sentimentalische Dichtung der großen Mutter Natur volle Gerechtigkeit widerfahren. Doch blieb er auch nach dem Freundschaftsbund mit Goethe dem materialistischen Geist der offiziellen Naturforschung feind, nur sah er in Goethe nicht mehr dessen Vertreter. Das harte Urteil, das er 1797 über Alexander von Humboldt fällte, und mehrere seiner Votivtafeln beweisen eine starke Antipathie gegen eine mathematische Behandlungsart der Natur und gegen den ganzen Geist der exakt-naturwissenschaftlichen Forschung überhaupt. Um so höher müssen wir die schönen Worte schätzen, mit denen Schiller im „Spaziergang" dem Wirken des Gelehrten gerecht zu werden versucht, wie denn überhaupt von allen Naturgedichten Schillers kein anderes unserem modernen Empfinden näher steht als diese Elegie. In ihr lebt das gesunde Naturgefühl Goethischer Dichtung, und durch sie reiht sich auch Schiller ein unter die großen dichterischen Propheten der Natur.

636. Sitzung am 15. Dezember 1905.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 36 Mitglieder.

Neu angemeldetes Mitglied: Herr Rechtsanwalt Händel.

Im zoologischen Hörsaal der Technischen Hochschule hielt Herr Hofrat Dr. Nüßlin einen Vortrag über „Das Leben und Wirken der Borkenkäfer“.

Der Vortrag ist unter den Abhandlungen des vorliegenden Bandes zum Abdruck gebracht.

637. Sitzung am 12. Januar 1906.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend zahlreiche Gäste, darunter Mitglieder der Deutschen Kolonialgesellschaft, Abteilung Karlsruhe und des Badischen Landesausschusses des Deutschen Flottenvereins, die eingeladen waren.

Neu angemeldete Mitglieder: Direktor des städt. Krankenhauses Professor Dr. von Beck und Ministerialrat Dr. Stoll.

Im großen Hörsaal für Chemie der Technischen Hochschule sprach der Forschungsreisende Herr Professor Dr. Haberer aus Griesbach über „Die Menschenrassen des japanischen Reiches.“ Wenn man die langgestreckten Inselgruppen des japanischen Reiches in seiner neuen Gestaltung seit 1895 von den nördlichen Kurilen bis zur Südspitze von Formosa — 30 Breitegrade — durchgeht, so findet man eine solche Verschiedenheit des Klimas, der Flora, der Fauna und der Lebensbedingungen, daß man sich nicht wundern darf, wenn auch der Mensch in mehreren rassenhaften Formen vorkommt. Freilich sind diese Rassen nicht strikte an die geographische Breite gebunden. So hat man die Aino nicht bloß auf den nordischen Kurilen, Yesso, Sachalin und im Amurgebiet gefunden, sondern ihre Spuren wurden in der Neuzeit von Baelz auf den südlichen Liukiuinseln nachgewiesen, und es ist kein Zweifel, daß diese Rasse einst das ganze heutige Japan bewohnt hat und von den Japanern sogar noch in historischer Zeit zum Teil nach hartem Kampf in ihre heutigen nordischen Wohnsitze verdrängt worden ist.

Die Aino, haarige Barbaren von den Japanern genannt, finden sich jetzt noch unvermischt auf einigen Kurilen, Sachalin und Yesso. Sie sind ein aussterbendes Volk und ihre Seelenzahl ist auf ungefähr 15 000 zusammengeschmolzen. Sie sehen merk-

würdigerweise der kaukasischen Rasse ähnlicher als den ostasiatischen Völkern und zeichnen sich durch einen außerordentlich üppigen Harwuchs aus, während ihre Nachbarn, die Japaner und Koreaner, zu den am wenigst behaarten Menschenstämmen gehören. Die heutigen Aino sind arbeitsscheu und überaus unreinlich und dem Trunk in hohem Maß ergeben. Ihr alkoholisches Getränk ist der Sake- oder Reiswein, den sie teils selbst brauen oder der ihnen von den Japanern geliefert wird. Ihre Hütten bestehen aus Binsen auf einem Gerüst von Pfählen und Stangen; das Innere dieser Hütten ist äußerst dürftig, ständiges Halbdunkel herrscht darin und der Fußboden ist die nackte Erde.

Die Nahrung der Aino besteht aus Fleisch der erlegten Hirsche und Bären und aus Fischen, ihre pflanzliche Nahrung ist Hirse, Gerste, Buchweizen und Reis; letzterer wird ihnen von den Japanern geliefert.

Ihre Religion ist ein niederes Heidentum, sie stehen häufig unter dem Einfluß von Zauberern. Eigentümlich sind die Bärenfeste, bei denen ein junger, von Ainofrauen mit vieler Liebe aufgezogener Bär mit Pfeilen erschossen und sein Fleisch verzehrt wird. Dem Kopf des Bären werden alsdann göttliche Ehren erwiesen, darauf wird der Kopf seiner Fleischteile entledigt und als Schädel in der Nähe der Hütte auf eine Stange gesteckt.

Die Frauen der Aino tragen eine eigentümliche Tätowierung um den Mund, die aus der Ferne wie ein Schnurrbart aussieht. Die Tage der Aino sind gezählt, Epidemien, geringe Kinderzahl und anderes führen sie einem raschen Untergang entgegen. Im Norden Japans findet man übrigens eine nicht geringe Blutmischung mit den Japanern.

Als zweite Menschengruppe des japanischen Reiches seien die Herren des Landes, die Japaner, angeführt. Die Japaner bilden keine reine Rasse, sondern sind ein Mischvolk aus malayischen und mongolischen Elementen. Sie sind von kleiner Gestalt; das Minimalmaß für Infanterie ist 150, für andere Waffengattungen 159 Zentimeter. Ganz besonders groß sind in Japan die berufsmäßigen Ringer, Individuen von 175 bis 190 Zentimeter und darüber.

Das gewöhnliche japanische Volk ist wohlgebaut und von außerordentlicher körperlicher Gewandtheit. Weniger gute körperliche Veranlagung zeigen die höheren Klassen, sie sind häufig

schwächlich und sind der Tuberkulose nicht selten verfallen. Baelz, der Verfasser der „körperlichen Eigenschaften der Japaner", unterscheidet zwei Typen unter dem japanischen Volk, den vornehmen schlanken Typus, der häufig bei den besseren Klassen vorkommt und plumpen, untersetzten, der nicht selten beim Landvolk vertreten ist.

Interessant ist die Tätowierung, die stark schwitzende Berufsklassen ehemals allgemein an sich vornahmen. Jetzt ist sie verboten, und wird nur heimlich noch ausgeführt. Ein solcher Mann läßt sich ein ganzes Kleid auf den Leib tätowieren, so daß er wie mit einem Trikot bekleidet aussieht.

Zwei weitere Menschenrassen lassen sich auf der Insel Formosa nachweisen, die 1895 den Japanern als Kriegsbeute von den Chinesen zufiel. Dort leben etwa 3 Millionen Chinesen und etwa 150 000 Malayen; letztere haben sich in ständigem Kampf mit Chinesen und Japanern in die ungewöhnlich gebirgigen Wildnisse der Insel zurückgezogen.

Die Chinesen wanderten aus den Provinzen Fukien und Kwantung in Formosa ein und zerfallen wieder in zwei Gruppen, die Hakka und die Hoklo. Die ersteren verkrüppeln ihren Frauen die Füße nicht, während bei den Hoklo diese Unsitte allgemein herrscht. Obgleich die Fußverkrüppelung große anatomische Veränderungen im Fußskelett verursacht, gilt sie, wenn sie maßvoll vorgenommen wird, als ungefährlich.

Als die ersten Besiedler Formosas muß die noch jetzt in acht Gruppen vorkommende malayische Bevölkerung angesehen werden, welche die gebirgigsten Teile der Insel bewohnen. Sie sind durchweg Ackerbauer, aber ein Aberglaube macht das Betreten der von ihnen beherrschten Gebiete gefährlich, sie sind nämlich mit wenigen Ausnahmen eifrige Kopfjäger. Jeder Jüngling muß, um in die Reihen der Männer aufgenommen zu werden, das Haupt eines Erschlagenen vorweisen können. Die Köpfe werden alsdann auf ein Gerüst gestellt und den Vorfahren geopfert. Blutige Kämpfe finden häufig zwischen Chinesen und Japanern einerseits und diesen Kopfjägern statt. Bis jetzt ist es den Japanern noch nicht gelungen, ihrer Herr zu werden.

Ein kleiner primitiv lebender Stamm bewohnt die Insel Botel Tobago (südöstlich von Formosa). Diese Insel wurde ebenfalls 1895 dem japanischen Reich einverleibt.

Bemerkenswert sind ihre Sommer- und Winterhäuser für die heiße und kühle Jahreszeit, äußerst armselige Hütten, entweder über oder unter der Erde. Wundervoll gearbeitet sind ihre doppelt ausgeschweiften Canoes, reich mit Schnitzerei versehen und aus mehreren Stücken kunstvoll zusammengesetzt.

So haben wir denn im japanischen Reich nicht weniger als vier große von einander scharf unterschiedene Menschengruppen, wovon zwei als reine Rassen angesprochen werden müssen. Für die ethnographische Forschung am interessantesten sind die Aino und die Formosamalayen, sie sind Stämme, welche dem baldigen Untergang geweiht sind.

Der Vortragende führte eine große Anzahl von ihm selbst aufgenommener prächtiger Photographien in Lichtbildern vor.

638. Sitzung am 26. Januar 1906.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend viele Gäste.

Neu angemeldetes Mitglied: Herr Dr. Winkelmann, Assistent für theoretische Mechanik an der Technischen Hochschule.

Herr Dr. M. M. Richter sprach über die Ursache und Verhütung von Staubexplosionen, insbesondere der Explosionen in der Aluminiumbronze-Industrie. Diese ebenso rätselhaften wie unheilvollen Explosionen, welche in dieser Industrie periodisch auftreten, sind bisher als Knallgas-Explosionen angesprochen worden, wobei man ferner annahm, daß die Zündung durch aus Stoß, Schlag oder Reibung resultierenden Funken erfolgt. Beide Ansichten sind rechnerisch, wie auch durch die Brandstatistik zu widerlegen. Die im Auftrag der Süddeutschen Edel- und Unedelmetall-Berufsgenossenschaft angestellte experimentelle Untersuchung hat vielmehr ergeben, daß hier Staubexplosionen vorliegen und die Zündung auf elektrostatische Ladungen zurückzuführen ist. Die Bürsten (Schweinsborsten) der Steig- und Poliermühlen und das Metall der Maschine erregen sich elektrisch, die Bürsten positiv und das Eisen negativ. Einen weiteren und zwar zwingenden Beweis liefert ferner die Brandstatistik, aus welcher hervorgeht, daß diese Explosionen vorzugsweise in das Frühjahr mit seinen kühlen und trockenen Ost- und Nordwinden (Jonen- und Feuchtigkeits-Minimum) fallen. Der Zusammenhang aller auf elektrischer Zündung beruhenden Explosionen mit dem

Minimum ist vom Vortragenden schon vor 12 Jahren in der Monographie „Die Benzinbrände in den chemischen Waschanstalten“ ausführlich erörtert worden.

Als Beweis für diese neue Theorie wurde an einem kleinen Modell einer Poliermühle die Elektrizität nachgewiesen. Auch wurden solche Explosionen mit geeigneten Apparaten künstlich demonstriert. Als Verhütungsmaßregeln werden in Vorschlag gebracht, die Bürsten in den Steigmühlen durch Drahtbürsten zu ersetzen und die Bürsten in den Poliermühlen mit Draht zu durchschießen, und, um sie leitfähig zu machen, mit Schwefelsäure zu imprägnieren.

Herr Fues, Vorsitzender der Süddeutschen Edel- und Unedelmetallberufsgenossenschaft, die zu dem Vortrag eingeladen worden war, sprach dem Redner den Dank dafür aus, daß er eine Arbeit durchgeführt habe, deren Ergebnisse für einen ganzen Industriezweig von großer Bedeutung sei.

An der Besprechung beteiligte sich außer dem Vortragenden Herr Prof. Stockmeier vom Gewerbemuseum in Nürnberg.

Herr Geh. Hofrat Haid legte zum Schluß einige Bogen mit Aufzeichnungen der Seismographen in Durlach und Freiburg vor; es ergibt sich aus ihnen, daß am Sonntag 21. Januar in der Zeit von 14—17^h Greenw. Zeit ein ziemlich heftiges Erdbeben mit einem Höhepunkt um 15^h stattgefunden hat. Die Registrierungen der beiden Apparate stimmen hinsichtlich der Form der Schwingungen der Pendel und der Zeit vollkommen mit einander überein.

639. Sitzung am 9. Februar 1906.

Vorsitzender: Herr Geh. Hofrat Dr. Lehmann. Anwesend 38 Mitglieder.

Neu angemeldete Mitglieder: die Herren: Oberregierungsrat Dr. Bittmann, General z. D. von Tempsky.

Herr Privatdozent Dr. Hennings trug über „Sinneswahrnehmungen bei Insekten“ vor. Bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts standen auch die Naturforscher auf jenem Standpunkt, der noch heute vielfach von Laien eingenommen wird und gewöhnlich als der anthropocentrische bezeichnet wird: in der Lehre von den Sinnen der Tiere suchte man seine Aufgabe darin, die beim Menschen beobachteten fünf Sinne Gesicht, Geruch, Gehör, Geschmack und Gefühl bei den Tieren wiederzufinden. Speziell

bei den Insekten aber dürfen wir wohl von vornherein erwarten, daß diese durch ihren Körperbau, ihre Entwicklung und vor allem durch ihre Flugfähigkeit sich so sehr vom Menschen unterscheidenden Gliedertiere auch wesentlich andere Sinneswahrnehmungen haben werden. Die Schwierigkeiten, auf diesem Gebiet zu sicheren Resultaten zu gelangen, sind allerdings groß und vielfach auch heute noch nicht überwunden.

Verhältnismäßig am besten sind wir orientiert über den Bau und die Aufgabe der Augen. Die Insekten besitzen zwei verschiedene Arten von Sehorganen: die auf der Stirn meist in der Dreizahl stehenden Stirn- oder Punktaugen, und die die Seiten des Kopfes einnehmenden, komplizierter gebauten Seiten- oder Facettenaugen. Die eine oder die andere Kategorie dieser Augen kann fehlen, in selteneren Fällen fehlen beide. Versuche haben gelehrt, daß die Stirnaugen nur dazu geeignet sind, das Licht des Himmels zu erspähen; ein Bild der umgebenden Gegenstände kommt nur in den Facettenaugen zustand, wenn auch das Sehvermögen kaum über 2 m hinausgeht. Das Sehen von ruhenden Gegenständen spielt ja natürlich im Leben der Insekten bei weitem nicht die Rolle, wie das Sehen von Bewegungen, und deshalb werden auch nur sehr gut sehende Insekten auch ruhende Gegenstände erkennen können. Daß in manchen Fällen auch Farben unterschieden werden, das beweisen z. B. die Mosquitos, die eine ausgesprochene Vorliebe für Blau besitzen. Andererseits reagieren Ameisen nur auf sog. „diffuses", d. h. auf Sonnenlicht, nicht aber auf ein, für uns sehr wohl sichtbares „homogenes", einfarbiges Licht (rot, blau gelb usw.); dafür besitzen sie jedoch Empfindung für die sog. ultravioletten Strahlen, die ja bekanntlich unserem Auge unsichtbar bleiben. Die Fähigkeit, hell und dunkel zu unterscheiden, diese einfachste Form des „Sehens", ist übrigens nicht an das Vorkommen resp. die Tätigkeit der Augen gebunden: blinde oder geblendete Insekten sind oftmals gegen Helligkeitsunterschiede außerordentlich empfindlich. — Daß auch der Geruchssinn — der seinen Sitz in den Fühlern hat — nicht selten zu außerordentlicher Vollkommenheit entwickelt ist, geht einmal aus dem Verhalten der Aaskäfer und Fleischfliegen hervor, dann aber auch daraus, daß man bei vielen Insekten besondere Duftorgane gefunden hat; bei den Schmetterlingen z. B. erinnert dieser Duft an Moschus, Vanille und dergl.,

für uns weniger sympathisch ist der bekannte Geruch, den Schaben, Wanzen usw. verbreiten. Geruchssinn und Gesichtssinn stehen insofern in einem Abhängigkeitsverhältnis zu einander, als der eine um so besser entwickelt ist, je schwächer der andere ist. Diese Tatsache ist erst seit kurzem bekannt, und daraus erklärt es sich, daß die Frage, in welcher Weise die Insekten durch die Blumen angelockt werden, lange Zeit stark umstritten war. Die meisten Pflanzen bedürfen der Insekten zur Befruchtung und sind deshalb darauf angewiesen, diese anzulocken. Heute wissen wir, daß bei einer großen Zahl von Insekten, und zwar gerade bei den in ihren Lebensäußerungen höher stehenden, der Gesichtssinn die Hauptrolle bei der Orientierung spielt: auf sie wirken die bunten Farben der Blüten; andere, nicht minder zahlreiche, lassen sich durch den Geruchssinn leiten. Zu dieser letzteren Gruppe gehören z. B. die Dämmerungs- und Nacht-Insekten und es ist daher leicht einzusehen, warum Tagesblumen vorwiegend Kontrastfarben und lebhaft gefärbte Blüten, Nachtblumen dagegen meist einen lebhaften Duft, aber unscheinbar gefärbte Blüten besitzen.

Ob die Insekten hören, ist eine viel umstrittene und auch heute noch offene Frage: jedes Geräusch, jeder Ton, den Insekten anscheinend vernehmen können, schließt Erschütterungen der Luft und des Bodens ein, die vielleicht nur als solche empfunden werden; so sind wahrscheinlich die Heuschrecken, deren eigentümliches „Geigen" ja bekannt ist, die einzigen, die wirklich Gehörswahrnehmungen haben.

Ein Geschmackssinn ist jedenfalls bei vielen Insekten gut entwickelt, denn es gibt eine Menge Arten, die „monophag" sind, d. h. nur eine einzige Nährpflanze annehmen oder sich doch nur auf eine kleine Auswahl beschränken (Schmetterlingsraupen, Borkenkäfer u. a.). Auch die Bienen schmecken schon einen geringen Zusatz von Glycerin zum Honig sofort heraus. Solche hohe Ausbildung des Geschmackssinnes kommt aber keineswegs allen Insekten zu. Die Ameisen z. B. fressen ohne Zögern auch solchen Honig, dem scharf und bitter schmeckende Stoffe, wie Kochsalz, Soda u. a. beigemengt sind.

Die bei den höheren Tieren und speziell beim Menschen bekannten „Empfindungen", wie Drucksinn, Tastsinn, Schmerzgefühl, Kraftsinn, usw., die zu den Tastempfindungen im weiteren

Sinn gerechnet werden, konnten bisher bei den Insekten noch nicht festgestellt werden; dagegen ist allem Anschein nach ein Temperatursinn bei diesen vorhanden, bei den Schmetterlingspuppen und den Ameisen hat er sich sicher nachweisen lassen.

Besondere Sinneswahrnehmungen sind mit der Entwicklung des Flugvermögens nötig geworden, so vor allem das Gleichgewichtsgefühl: für ein fliegendes Tier ist es ja von höchster Bedeutung, jeden Augenblick über die Lage des eigenen Körpers in der Luft orientiert zu sein, um danach seinen Flug einrichten zu können. Bei den Fliegen und Mücken hat man die Organe dieses Sinnes an den „Schwingkölbchen" — welche die diesen Tieren fehlenden Hinterflügel ersetzen — kennen gelernt.

Ein sechster Sinn, Richtungs- oder Orientierungssinn genannt — wurde lange Zeit den Hautflüglern, speziell den Bienen, zugesprochen: er sollte diese Tiere aus einer Entfernung von mehreren Kilometern mit unfehlbarer Sicherheit zu dem Flugloch ihres Stockes zurückführen. Dies hat sich jedoch jetzt als ein Irrtum erwiesen: gerade die Bienen besitzen ein ausgezeichnetes Ortsgedächtnis, das durch die vorzügliche Ausbildung ihres Gesichtssinnes unterstützt wird.

An der Besprechung beteiligten sich außer dem Vortragenden die Herren Lehmann, Spuler und E. Wagner.

640. Sitzung am 23. Februar 1906.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 68 Mitglieder.

Der Vorsitzende widmete zunächst dem am 17. Februar nach langer schwerer Erkrankung heimgegangenen Professor Dr. Futterer einen warm empfundenen Nachruf, wobei er dessen Verdienste um die Wissenschaft und das geistige Leben des Vereins hervorhob.

Herr Professor Dr. Paulcke hielt sodann einen Vortrag über das Thema: „Welche Kräfte haben die Formen unserer Berge und Täler modelliert?"

Bei der Beantwortung dieser Frage handelte es sich um eine Schilderung der Tätigkeit der zerstörenden Kräfte, deren Wirkungen in ihrer Gesamtheit als Verwitterung und Erosion bezeichnet werden.

Je nach dem gegebenen Material des Untergrundes, je nach

der Art der Arbeitswerkzeuge und der Arbeitsmethoden werden die resultierenden Formenerscheinungen verschieden sein.

Nach kurzer Besprechung der chemischen und mechanischen Verwitterungsvorgänge und ihrer verschiedenartigen Wirkung auf die verschiedenen Gesteine (z. B. Kalk und Granit etc.), deren Endergebnis Lösung (Atzrelief) oder Zertrümmerung (Schuttbildung, Schotter) ist, kam der Vortragende auf die transportierenden Agentien: Wind, Schnee, Eis, Wasser, zu reden. Die Verwitterungs- und die Transportvorgänge arbeiten sich gleichsam gegenseitig in die Hände und mit der transportierenden Tätigkeit selbst ist jedenfalls auch stets eine mehr oder weniger starke Abarbeitung des Untergrundes (Erosion) verbunden.

Die Winderosion ist z. B. besonders bei der Bildung der sog. Balmen beteiligt, deren Anlage wieder durch Lagerungsverhältnisse und petrographische Beschaffenheit der Gesteinskomplexe bedingt ist. — Außerordentlich beträchtlich ist, besonders in den Regionen über der Waldgrenze die Transporttätigkeit durch den Schnee, durch die Lawinen.

Am bekanntesten ist die Rolle, die das Wasser beim Erosions- und Transportgeschäft spielt. — Seine lineare Wirkung, das sägeartige Einschneiden in die Tiefe, Bildung von Cañons und Schluchten, die nach und nach V-förmigen Querschnitt durch Verwitterung der Gehänge und Schutthaldenbildung annehmen; bekannt ist ferner die Rückwärtserosion des Wassers, und die Tendenz ein sog. Normalgefälle herzustellen: Einmündung der Zuflüsse aus Nebentälern im Niveau der Haupttäler.

Wesentlich anders ist die Wirkung von Firn und Gletscher. Im Verhältnis zu den der Eis- und Wassererosion ausgesetzten Gebieten stellen die Firngebiete Gegenden verhältnismäßiger Schonung des Untergrundes dar.

Das Gletschereis, auf dessen Bewegungsmechanismus nicht näher eingegangen wurde, wirkt im Gegensatz zum Wasser auf breiter Basis, und vermag vermöge seiner Strukturverhältnisse unter Umständen sich bergauf zu bewegen, Gegengefälle zu überwinden und zu verstärken. Es wirkt unter Mithilfe des Grundmoränenmaterials wie ein Riesenraspel, und daß diese Wirkung außerordentlich stark talbildend gewesen sein muß, erhellt aus der Geschwindigkeit und dem Druck, mit denen sich mächtige Gletscher vorwärtsbewegen.

Bei einer Eisdicke von ca. 2000 m. bewegen sich die grönländischen Gletscher 24—28 m pro Tag vorwärts und die Gletscher der Eiszeit haben in den Alpen (Inntal, Reux, Rhônetal) ähnliche Eismächtigkeiten besessen, so daß es einleuchtend ist, daß sie eine enorme erosive Kraft besessen haben müssen, besonders auch da, wo bei dem großen allgemeinen Gefällsbruch zwischen Alpen und Vorland die Reibung stark verstärkt war, wo daher jetzt die sogenannten alpinen Randseen (Oberbayern, Nordschweiz, Oberitalien) als Produkte der Ausschürfung vorhanden sind; Seen, wie wir sie nur in einstmals vergletschert gewesenen Gebieten antreffen. — Ebenso wie die alpinen Randseen sind die Fjorde Skandinaviens, Neuseelands, Patagoniens, wie unsere Alpentäler Talgebilde mit typischem glacialen U-Querschnitt, welche übertieft sind, d. h. bei denen die Erosion der mächtigen Gletscher in den Haupttälern rascher und stärker wirkte als die der Gletscher, welche aus den Nebentälern einmündeten. Das Ergebnis ist, daß die Nebentäler als sog. „Hängetäler" hoch über der Sohle der Haupttäler einmünden, daß der Wasserlauf als Wasserfall über den Steilabsturz herunterbraust oder in tiefer junger Schlucht bereits an der Arbeit ist, das Gefäll des Nebentals mit dem des Haupttals in Einklang zu bringen. — MehrfacherRückzug und Vorstoß der Gletscher erzeugte in einander eingesenkte Tröge, mit jeweils korrespondierenden Schultern auf beiden Talseiten.

In der eigentlichen Hochregion spielt die Verwitterung, die Rückwitterung der Felswände für die Formgestaltung der Berge eine sehr bedeutende Rolle, zumal Firn und Gletscher den auf sie herunterfallenden Gesteinschutt weitertransportieren, und so die Felswände von einem gegen Wirkung der Atmosphärilien schützenden Schuttmantel frei halten. — Kleine Firnfelder, welche sich an sonnengeschützten Hängen ansammeln, geben Veranlassung zur sog. Kaarbildung d. h. zur Einsenkung lehnstuhlartiger Vertiefungen in die Gebirgskämme (Karwändel etc., Vogesenseen, Feldsee etc.) Rückwitterung schafft und erhält die Steilwände, Gletschereinlagerung transportiert das lockere Material und vertieft den Boden zu einer Felswanne (daher vielfach Kaarseen nach Verlassen durch Gletscher). Wie kleine Firneinlagerungen und Gletscher an der Kaarbildung im kleinen arbeiten, so wirken große Firnfelder und Gletscher in den Hochregionen

im großen Maßstab; sie vergrößern ihr Areal, indem sie durch den Vorgang der Rückwitterung die umgrenzenden Bergkämme gleichsam auffressen, zur Tellerrandform erniedrigen. — Firn und Eis erzeugen auf diese Weise ein wenig geneigtes „Abtragungsniveau der Schneegrenze“ wie E. Richter es nennt, dem wir die geschilderten geomorphologischen Erklärungen der Formengestaltung in den Hochregionen verdanken. Firn und Eis erweitern ihr Areal (z. B. Concordiaplatz am Aletschgl.) und schaffen endlich aus dem scharf akzentuierten Verwitterungsrelief, ein solches mit gerundeten Oberflächenformen.

Auf diese eigenartigen Vorgänge läßt sich die Konservierung und Umgestaltung der typischen Gipfelformen in den Hochgebirgen zurückführen.

Hohe massige Gebirgskörper, die reiche, langdauernde Firnbedeckung tragen, erhalten ihre Höhe unter dem schützenden Mantel relativ lange, während umliegende, niedrigere Gebiete schon früher der Eis- und Wassererosion zum Opfer fallen und rascher im Einzelnen wie im Ganzen erniedrigt werden. — Es werden also mächtige Gebirgsknoten mit der Zeit als Massen erscheinen, die ihre Umgebung weit überragen (Montblanc), bis auch sie von allen Seiten von der Rückwitterung abgenagt, bis auch sie immer schmächtiger werden. Massive Stöcke erhalten dann Vierkanter- und Dreikantergestalten je nach der Zahl der eingebetteten kaarartigen Gletscher. Eine Firnkappe kann sich auf ihrem Gipfel schließlich nicht mehr halten, es entstehen schlanke Pyramiden wie das Matterhorn, mächtige isoliert gestellte Ruinen, Reste des allgemeinen Zerstörungswerkes von grandioser Schönheit, die unser künstlerisches Empfinden fesseln, deren Eigenart in Form und Auftreten uns reizt, ihrer Entstehungsgeschichte nachzugehen, und zu versuchen, eine Erklärung für ihr Werden zu finden.

An der an den Vortrag sich anschließenden Besprechung beteiligten sich außer dem Redner die Herren Ammon, Engler, Haid und Rehbock.

Am 26. Februar führte als Erläuterung zu seinem Vortrag Herr Professor Dr. Paulcke im großen Hörsaal für Chemie eine Reihe von Lichtbildern vor.

641. Sitzung am 9. März 1906.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 64 Mitglieder.

Herr Professor Dr. Schultheiß hielt einen Vortrag über den Föhn, den warmen und trockenen Süd- oder Südostwind, den man gewöhnlich für eine Eigentümlichkeit der Alpen hält. Der Vortragende erläuterte zunächst an einigen Zahlenangaben, welch große Temperatursteigerungen und welch geringe Stände der relativen Feuchtigkeit der Föhn, besonders in der kälteren Jahreszeit, in der er am stärksten auftritt, verursachen kann, und schilderte dann seine Einwirkung auf das Klima und die Pflanzenwelt. Mitten im Winter kann er Thermometerstände bis zu 20 Grad und ein Herabgehen der Luftfeuchtigkeit bis auf einige wenige Prozente im Gefolge haben; infolge dessen erfreuen sich auch die Täler, in denen der Föhn häufiger auftritt, eines besonders milden Klimas und einer Vegetation, wie sie sonst der Höhenlage nicht zukommt. Den ersten Erklärungsversuch machte der schweizerische Geologe Escher von der Linth, der behauptete, daß der Föhn aus der Sahara stammen müsse; in früheren geologischen Zeiten, als diese Wüste noch mit Wasser bedeckt war, sei er feucht gewesen und hätte beim Ueberwehen der Alpenkämme jene gewaltigen Schneemassen absetzen können, die zur Entstehung der Eiszeit geführt hätten. Mit dem Austrocknen der Sahara hätte der Föhn seinen heutigen Charakter angenommen. Dove, der das unstichhaltige dieser Theorie nachwies, vertrat dagegen die Ansicht, der Föhn sei ein Teil des Antipassates, der sich bei etwa 30 Grad Nordbreite zur Erdoberfläche senke und von da polwärts als Südwestwind fließe. Auch diese Theorie konnte nicht befriedigen, da nach ihr der Föhn feucht sein müsste, was mit den Beobachtungen nicht übereinstimmt. Hann erst hat die richtige Erklärung gegeben. Überweht ein stärkerer Wind ein Gebirg, so wird auf der Luvseite ein aufsteigender, auf der Leeseite ein absteigender Luftstrom längs der Bergseiten geschaffen. Der erstere erzeugt, da sich die Luft dabei abkühlt, Niederschläge, der letztere beträchtliche Kompressionswärme (1 Grad Celsius für je 100 Meter Abwärtsbewegung). Beispielsweise kommt bei einem Höhenunterschiede von 1500 Meter die von den Bergkämmen herabgezogene Luft um 15 Grad Celsius wärmer in den Talsohlen an. Da die Luft unterwegs nur wenig

Wasser aufnehmen kann, so muß sie relativ trocken werden. Im Winter sind die Höhen verhältnismäßig warm, im Sommer verhältnismäßig kühl, es ist daher die relative Erwärmung in der kalten Jahreszeit stärker, als in der warmen (0,55 Grad gegen 0,30 Grad für je 100 Meter). Nach Billwiller tritt Föhn immer dann auf, wenn hoher Luftdruck jenseits, tiefer dagegen nordwestlich der Alpen liegt; dann wird aus allen in der Windrichtung gelegenen Tälern die Luft von den Bergkämmen herabgesaugt und die Stärke des Föhns ist von der Größe der Luftdruckunterschiede abhängig. Häufig weht der warme und trockene Wind über das Alpenvorland hinweg und macht sich noch am Bodensee und im südlichen Schwarzwald, wenn auch in seinen charakteristischen Eigenschaften abgeschwächt, geltend. Vielfach spielen dabei flache Teilwirbel, die längs der Alpenkette in deren Vorland hinziehen, eine Rolle; durch sie werden meist die lokal auftretenden Föhne in einzelnen Tälern erzeugt. Liegt hoher Druck nördlich, tiefer südlich der Alpen, so tritt hier der Nordwind föhnartig auf. Föhne bilden sich überhaupt überall, wo ein Wind ein Gebirg überweht und die in dessen Windschatten auftretende Abnahme der Niederschläge ist auf leichte Föhnwirkung zurückzuführen. So tritt kräftiger Föhn im Oberelsaß, besonders im Münstertal und an dessen Ausgang bei stärkeren Südwesten auf, da diese von den Vogesen herabkommen müssen; er gibt dann Veranlassung zur Bildung eines ziemlich ausgebreiteten Trockengebietes, in dessen Mitte Colmar liegt, und in dem so geringe Niederschläge gemessen werden, wie sie nur noch an wenigen Orten in Deutschland angetroffen werden. Der Vogesenföhn weht häufig über den Rhein bis ins Breisgau und das überaus milde Klima des Kaiserstuhls findet durch ihn eine einfache Erklärung.

Die bei Föhn auftretende große Durchsichtigkeit der Luft suchte der Vortragende dadurch zn erklären, daß er annahm, durch die abwärts gerichtete Bewegung der Luft würden die sie mehr oder minder undurchsichtig machenden Staubteilchen den Talsohlen zugeführt, wodurch die oberen Luftschichten staubfreier und durchsichtiger würden. Dann könnten sich auch bei Föhn keine Schlieren bilden, die bei ungleichmäßiger Erwärmung der Luft bei der Insolation in der Nähe des Bodens entstehen und auch zur Undurchsichtigkeit beitrügen, da die Luft gleichmäßig

von unten nach oben erwärmt werde. Bei Föhn nimmt die Elektrizitätszerstreuung besonders große Werte an. Czermak bringt dies mit der Tatsache in Zusammenhang, daß die höheren Luftschichten, die bei Föhn ja längs der Bergseiten zur Tiefe gezogen werden, durch die ultravioletten Strahlen des Lichtes stark jonisiert und ozonisiert würden. Vielleicht sind darauf die eigentümlichen physiologischen Wirkungen, die bei Föhn besonders bei nervösen Personen sich geltend machen (Abgespanntsein, Kopfweh usw.) zurückzuführen.

An der sich an den Vortrag anknüpfenden Besprechung beteiligten sich außer dem Redner die Herren Engler, Graßmann, Honsell und Lehmann.

Herr Geh. Hofrat Haid legte dann die seit Beginn dieses Jahres von den Erdbebenstationen in Durlach und Freiburg gelieferten Seismogramme vor, welche neben anderen die Registrierungen von mehreren großen Erdbeben enthalten. Insbesondere machte er auf die sehr bemerkenswerte in $2^1/_2$ Minuten vorübergehende Verlegung der Ruhelage des Ost-Westpendels aufmerksam, welche im Gefolge des großen am 31. Januar in Ecuador stattgefundenen Erdbebens sowohl auf der Station in Durlach als in Freiburg in merkwürdiger Übereinstimmung im Betrag von 0,016″ registriert wurde. Eine solche Verlegung, die an einem Modell demonstriert wurde, deutet entweder auf eine vorübergehende Lotschwankung oder auf eine, durch Auslösung von Spannungen in der Erdkruste veranlaßte Schwankung der physischen Erdoberfläche hin; das letztere ist jedoch das wahrscheinlichere.

642. Sitzung am 23. März 1906.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 50 Mitglieder.

Neu aufgenommene Mitglieder: die Herren Lehramtspraktikanten E. Emmerich und G. König, Ingenieur Mandelbaum.

Herr Direktor Treutlein sprach über „altjapanische Mathematik und Verwandtes“. Nach einer Darlegung der schwierigen Beschaffung von sicheren Nachrichten aus den älteren japanischen Zeiten und der Beziehungen Japans zu anderen Völkern besprach der Vortragende, unter Vorführung von Modellen und Zeichnungen, zunächst die Bildung, Benennung und Darstellung der Zahlen, darauf das handgreifliche und das schriftliche Rechnen

(auch die sog. Zauberquadrate und Zauberkreise samt Lösen von Gleichungen mit mehreren Unbekannten, auch von solchen des zweiten Grades); weiter wurden die geometrischen Leistungen der Altjapaner dargelegt, insbesondere ihre Bemühungen um die Berechnung der Zahl π usw., vielfach gewonnen durch Benützung von Reihen höherer Art. Das Gesamte des Vertrages erwies, welch hohe Kultur die Japaner schon vor Jahrhunderten erreicht hatten und wie sie befähigt waren, in den letzten Jahrzehnten europäisches Wissen und Können so leicht bei sich aufzunehmen.

643. Sitzung am 4. Mai 1906.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 26 Mitglieder.

Herr Privatdozent Dr. Auerbach sprach über Sporozoenkrankheiten bei Fischen. Erkrankungen, die durch Sporozoen hervorgerufen werden, stehen heute im Mittelpunkt des Interesses, wird doch selbst der Mensch nicht von jenen Parasiten verschont, und fallen alljährlich viele Tausende der Malaria (verursacht durch eine Haemosporidie) zum Opfer. Weniger bekannt dürfte es sein, daß auch die Fische sehr oft unter Sporozoeninfektionen zu leiden haben, ja daß Epidemien furchtbare Zerstörungen unter dem Fischbestand der Gewässer anrichten können. Haben wir es aber beim Menschen und den höheren Wirbeltieren meist mit im Blut schmarotzenden Sporozoen zu tun, die als Haemosporidien bezeichnet werden, so sind hingegen die Erreger der betr. Fischkrankheiten meist andere Formen, die mit dem Namen Myxosporidien belegt worden sind, und die teils in den Organhöhlen der Wirtstiere frei leben, teils sich in den Geweben ansiedeln. Besonders die Letzteren sind gefährlich. Nach allgemeinen Betrachtungen über die Protozoen und einer kurzen Charakterisierung der Myxosporidien und ihrer Fortpflanzungsweise, wendete sich der Vortragende zur Schilderung einiger besonders häufiger und mörderischer epidemischer Erkrankungen, die durch die betr. Parasiten hervorgerufen werden. Es sind dies: 1) die Beulenkrankheit der Barben, verursacht durch Myxobolus pfeifferi, 2) die Pockenkrankheit der Karpfen, deren Erreger Myxobolus cyprini ist, und endlich 3) die Drehkrankheit der Salmoniden verursacht durch Lentospora cerebralis. Der Vortragende schildert an Hand von Präparaten und Abbildungen das Wesen und die Ursachen der betr. Krankheiten und gibt die bis jetzt bekannten Heil- und Vorbeugungsmaßregeln

an. An der sich an den Vortrag anschließenden Besprechung beteiligte sich außer dem Redner Herr Hennings.

Herr Geheimerat Dr. Engler wies darauf die Photographie des größten Diamanten der Welt vor, der in Transvaal gefunden worden ist und 3022 Karat wiegt.

644. Sitzung am 18. Mai 1906.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend zahlreiche Gäste.

Im großen Hörsaal für Chemie der Technischen Hochschule sprach Herr Dr. Philipp über „Die Vesuveruption vom April 1906." Der Vortragende erinnert zunächst an die wesentlichen Grundlagen des Vulkanismus, an die Annahme eines unter hohem Druck befindlichen überhitzten Erdkernes, sowie an die tangentialen Druckkräfte, denen die bereits erstarrte und durch Sedimentation zum Teil neu gebildete Kruste unseres Planeten ausgesetzt ist. Man kann verschiedene Vulkantypen unterscheiden; als solche werden angeführt der Mt. Nuovo bei Neapel, der Mt. Pelato auf Lipari, der Stromboli und der Vesuv. Letzterer gehört zu den intermittierenden Vulkanen, d. h. zu solchen, deren eruptive Tätigkeit abgelöst wird von Zeiten fast absoluter Ruhe. So hatte man in frührömischer Zeit keine Ahnung, daß der Vesuv ein gefährlicher Berg sei, bis das Jahr 79 n. Chr., die gewaltige Eruption brachte, der Herculanum und Pompeji zum Opfer fielen. Von da an scheint der Vesuv nie mehr völlig zum Erlöschen gekommen zu sein und man kann durchschnittlich in jedem Jahrhundert eine oder mehrere stärkere Eruptionsphasen registrieren.

Die jetzige Ausbruchsphase kam nicht unerwartet, leichtere Eruptionen waren ihr seit dem Mai 1905 vorausgegangen. Der Hauptkrater befand sich in erhöhter Tätigkeit, während aus einer Spalte oberhalb des Atrio del Cavallo sich Lava ergoß und die Cookbahn zwischen Observatorium und Drahtseilbahn zerstörte.

Anfang März dieses Jahres brach dann eine neue Spalte auf der Südseite des Kraters auf, und aus dieser drangen die mächtigen Lavaströme hervor, die Bosco-tre-case teilweise zerstörten und Torre Annunziata so stark bedrohten. Dem Lavaausfluß folgte die mächtige Eruption von Lapilli und Asche, der die Orte im Osten des Berges zum Opfer fielen. Auffallend ist die Verteilung von Lapilli und Asche in der Art, daß erstere nur in dem östlichen Teil, letztere in dem westlichen Teil des Vesuv-

gebietes niederfielen, während der Süden überhaupt relativ verschont blieb. Die Gestalt des Kegels hat sich verändert, der Kegel ist niedriger geworden und statt des einen Kraters scheinen mehrere vorhanden zu sein.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß ein gewisser Zusammenhang zwischen dem Erdbeben von San Franzisko und dem Ausbruch des Vesuv besteht. Beide Punkte liegen am Rand des großen tertiären Faltungszuges, der sich über Europa, Afrika, Asien und Amerika erstreckt. Man kann annehmen, daß dieser Zug mächtiger Faltungsgebirge noch nicht endgültig vollendet ist und daß jene gewaltigen Naturereignisse der Ausdruck und die Folge jüngster gebirgsbildender Kräfte sind.

Das gesprochene Wort wurde durch eine Reihe zum Teil vom Vortragenden selbst aufgenommener Lichtbilder veranschaulicht.

645. Sitzung am 1. Juni 1906.

Mitglieder-Hauptversammlung.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 46 Mitglieder.

Nachdem für den durch eine Dienstreise verhinderten Schriftführer Herr Direktor Treutlein die Tätigkeit des Vereins im abgelaufenen Vereinsjahr geschildert hatte, gab der Kassier den Kassenbericht. Gegen beide Berichte wurde ein Einwand nicht erhoben, insbesonders wurde dem Kassier Entlastung erteilt. Der Vorsitzende nahm in Anschluß Gelegenheit, sowohl dem Schriftführer als dem Kassier für ihre Führung der Geschäfte den Dank des Vereins auszusprechen.

Herr Privatdozent Dr. H. Sieveking hielt sodann einen Vortrag über „Elektrizität und Materie“. Der Vortragende bespricht die älteren Theorien der elektrischen Vorgänge, insonderheit die Fernwirkungstheorie von W. Weber und die Nähewirkungstheorie von Faraday; alsdann werden die Grundgesetze des elektrischen Stromes besprochen, und zwar besonders der Durchgang des Stromes durch Elektrolyte und Gase; die beiden letzteren Vorgänge, deren Gesetzmäßigkeiten viel besser der Beobachtung zugänglich sind, als der Durchgang des Stromes durch Metalle, und über die wir darum viel mehr wissen, lassen es als notwendig erscheinen, die Elektrizität in bestimmte Portionen einzuteilen, in „Elektrizitätsatome“. Die von J. J. Thomson ausgeführte Messung der

kleinsten Elektrizitätsmenge, des Elementarquantums, ergibt für dasselbe den Wert 3,4 Zehntausendmilliontel absolute Einheiten. Zu demselben Wert gelangt man durch die Elektrolyse unter Heranziehung der kinetischen Gastheorie. Die Elektrizitätsmenge, die mit einem Jon bei der Elektrolyse verbunden ist, ist die gleiche, wie die eines gasförmigen Jons; dagegen beträgt die Masse des gasförmigen Elektrizitätsträgers, wenn man die Kaufmannschen und Simonschen Beobachtungen zugrund legt, nur $^1/_{1900}$ der Masse des Wasserstoffatoms. Die Idee, daß alle Körper aus solchen Elektrizitätsträgern, den „Elektronen," wie wir dieselben auch in den Kathodenstrahlen wieder erkennen, bestehen ebenso wie nach Prout alle Körper sich aus Wasserstoff als Ursubstanz zusammensetzen sollten, ist von Thomson ausgearbeitet in seiner Korpuskulartheorie. Die Kaufmannschen Versuche, nach denen das Verhältnis der transportierten Elektrizität zur Masse des Elektrons nicht konstant ist, sondern mit wachsender Geschwindigkeit abnimmt, führen Thomson zu dem Schluß, daß alle Masse überhaupt rein elektromagnetisch sei; solche Masse nennt man auch scheinbare Masse. Zum Vergleich dienen Bewegungen von Röhren in Wasser, bei welchem Vorgang die scheinbare Masse, die aus der bewegten Röhre und dem verdrängten Wasser sich zusammensetzt, auch abhängt von der Geschwindigkeit. In den Kathodenstrahlen besitzen wir freie, negative Elektronen; positive Elektronen finden wir an das Atom gebunden in den Kanalstrahlen, ferner in den vom Radium emittierten α-Strahlen, wogegen die β-Strahlen wiederum freie negative Elektronen sind. Das neutrale Atom kann unter dem Einfluß von Röntgenstrahlen oder ultraviolettem Licht oder andern Einflüssen, bei radioaktiven Substanzen freiwillig, negative Elektronen aussenden; es bleibt dann der mit dem positiven Elektron verbundene Rest, das „Atomion," zurück. Unsere Vorstellungen vom Wesen der Atome haben durch die beschriebenen Tatsachen, besonders durch die Erscheinungen der Radioaktivität, eine eingreifende Änderung erfahren. Nach Rowland ist ein Musikflügel im Vergleich mit einem Eisenatom der denkbar einfachste Gegenstand. Zum Schluß werden die Umwandlungen der radioaktiven Substanzen besprochen, sowie die bei der hypothetischen willkürlichen Umwandlung eines Grundstoffes in einen andern in Frage kommenden Energieverhältnisse.

Festschrift

zur

GOLDENEN HOCHZEIT

Ihrer Königlichen Hoheiten

des

Grossherzogs und der Grossherzogin.

Zur Geschichte des Grossh. Bad. Naturalienkabinetts in Karlsruhe

(1751—1878)

von

Dr. Walther May

a. o. Professor an der Technischen Hochschule zu Karlsruhe.

Auf Anregung von Herrn Hofrat Professor Dr. Nüßlin studierte ich vor mehreren Jahren die Akten des Karlsruher Naturalienkabinetts aus den vier ersten Perioden seines Bestehens. Die Ergebnisse dieses Studiums teile ich hier mit, in der Hoffnung, daß von anderer Seite auch die beiden letzten Perioden bearbeitet werden. Ich selbst war dazu aus Mangel an Zeit nicht mehr in der Lage.

I. Periode.

Die Sammlungen der Markgräfin Karoline Luise.

1751 bis 1784.

Das Naturalienkabinett in Karlsruhe entstand aus den Sammlungen der Markgräfin Karoline Luise (1751 bis 1783), der Gemahlin des Markgrafen Karl Friedrich (1746 bis 1811). Diese Fürstin verband mit andern künstlerischen und wissenschaftlichen Neigungen eine verständnisvolle Liebe zur Naturgeschichte, besonders zur Botanik und Mineralogie. Aus ihrem Nachlaß finden sich in den Akten des Naturalienkabinetts eine Anzahl Schriftstücke, aus denen hervorgeht, daß namentlich die Mineraliensammlung der Markgräfin nicht unbedeutend war und beständig durch eigens zu diesem Zweck auf Reisen gesandte Sammler vermehrt wurde. So liegt mir eine Anzahl von Briefen aus den Jahren 1773 bis 1780 vor, in denen ein Geometer C. F. Erhardt eingehende Berichte über seine mineralogische Sammeltätigkeit in Freiberg, Goslar, Clausthal, Dillenburg und Sultzburg erstattet. Ferner finden sich zahlreiche Verzeichnisse von Mineralien und Petrefakten, die aus den verschiedensten Gegenden an die Markgräfin eingeschickt wurden. Von besonderem Interesse ist ein Schriftstück aus dem Jahre 1751, das älteste Dokument der Akten des Naturalienkabinetts, das über einen Knochenfund bei

Efringen berichtet, der auf Befehl des Markgrafen Karl Friedrich der Sammlung seiner Gemahlin einverleibt werden sollte. Es lautet wie folgt:

„Alß etwa ohngefähr 8. Tag nach Jakoby 1750 durch einen starken Platz Regen ein zimliches Gewässer in hiessigen Gegenden entstunde, wodurch an vielen Orten der Erdreich biss auf die untersten Felssen weggespühlet worden, so ereignete sich dieses unter andern auch allhier in Efringen oberhalb der sogenannten außer Mühle an dem Fuß eines Berges, da dann Hannß Jakob Estlinbaum ein hiessiger Kiester von ohngefehr da er in dieser Gegend arbeitete an besagtem Ort etwass liegen sahe, dass seiner Meynung nach fast wie ein Pferd gestallt warr. Er verfügte sich hin um der Sache genau nachzuforschen, fande aber nichts Vollkommenes, weil vom Wasser das meiste ruiniret das übrige aber mit einem rothen Letten überzogen war. Da er aber aus Curiosität nachgegraben so entdeckte er ein Horn das in den Berg hineingieng ohngefehr 4. Schuh lang und eines starken Mannes Arm dick, hinter demselben etwass tiefer lagen große Zähne, wie sie in denen Zahnladen zu stehen pflegen, nahe dabey waren verschiedene Knochen, und das übrige ware durch die Gewalt des Wassers weggetrieben worden. Es fanden sich sogleich mehrere Personen dabey ein, die alles dieses mit ansahen alss der Stabhalter Friederich Grässlin, der außer Müller Joh. Georg Räuber, Jacob Diel und noch andere mehr. Das Horn selbst wurde in Stücke zerbrochen, verteilt und hin und wieder verkauft und verhandelt. Von Zähnen bekam man 5. wovon würklich noch 4. vorhanden, von denen aber nach und nach viel merkwürdiges abgefallen und zum Theil abgebrochen worden. Die noch wenigen übrigen Stücke des Horns waren anfänglich gantz, sind aber nach und nach auch zerfallen. Dass dieses obstehende von denen angeführten Personen pflichtmäßig erhohlt und angegeben worden, bezeugen hirmit: J. G. B. Dreuttel, Pfr., Bartlin Drublin, Vogt, Fritz Grässlin, Stabhalter. Efringen, d. 3. Febr. 1751."

Aus diesem Bericht geht hervor, daß nur noch ein kleiner Rest jenes Knochenfundes der markgräflichen Sammlung einverleibt werden konnte.

Auch zoologischen Gegenständen wendete die Markgräfin ihr Interesse zu. Das beweisen drei von Gmelin angelegte Kataloge ihrer zoologischen Sammlungen. Der erste enthält die

„Zoophyten“ auf 93 Folioseiten und verzeichnet Spongien, Polypen, Hydrocorallinen, Alcyoniden, Gorgoniden, Pennatuliden, Madreporen und Bryozoen. Der zweite, von 384 Folioseiten, bezieht sich auf die Conchylien und der dritte, von 225 Folioseiten, auf die Vögel. In diesen Verzeichnissen sind Diagnosen, Synonyme und Literaturverweise den einzelnen systematischen Kategorien hinzugefügt.

Aus dem Jahre 1781 liegt ein Verzeichnis von Naturalien vor, in dem auch einige Insekten aufgeführt werden: 1. ein Dermestes imperialis aus Amerika, 2. eine Grillenart, 3 zwei Cerambyces tristes, 4. ein schwarzbrauner Cerambyx aus Ungarn, 5. ein blaugrauer Käfer aus Ungarn, 6. ein schwarzroter Käfer aus Ungarn, 7. ein gelber Käfer mit schwarzen Punkten aus Ungarn.

Ferner ist unter den zoologischen Dokumenten ein aus dem Jahr 1782 stammendes Verzeichnis von 73, der Markgräfin aus Ansbach übersandten Vögeln erwähnenswert. Die folgenden Bemerkungen des Lieferanten über das Vorkommen einiger dieser Vögel sind vielleicht nicht ohne Interesse:

„14. Mittlere Gattung Schild-Specht, die aber hier zu Land sehr selten und rar zu bekommen. 26. die gelbe Grasmücke. Dieses Vögelein hält sich lediglich in Franken und zwar in der Gegend von Obernbrait auf und ist irrig die gelbe Grasmücke genannt, doch weiß ich nicht, wie solche eigentlich zu benennen und habe ich sie erst, wie ich gestehn muss, kennen lernen, ich würde solches unbedenklich die Catharina nennen, weil ihr fast unaufhörlicher Ruf ganz deutlich mit diesem Namen übereinkommt. Übrigens ist deren Gesang sehr lautklingend und nicht unangenehm und gehört zu dem Geschlecht der Mucken Vögel. 27. Ein fremdes Vögelein, das mir noch nie zu Gesicht und in Handen gekommen, auch von sämmtlichen Kennern und keinem der ältesten Vogelfanger erkannt wird, doch aber zu den Mucken oder Wurm Vögeln gehört. 49. Der Rieg. Merkwürdig ist, daß diese Art Vögel keine Feder unter dem Schnabel an der Kehle haben, sondern, wie zu erfinden, rauh sind, und fügen solche dem Getraid auch öfters Erdbirn großen Schaden zu. 69. Italienisches Rohr- oder Wasserhuhn. Dieser Vogel pfeift so laut wie ein Schäfer auf der Hand. 70. Das Sammthuhn oder eine andere Art Rohrhühnlein. Merkwürdig ist, daß diese beyderley Rohr-

hühnlein dieses Frühjahr auf einige Stunden von einander entfernet in dem Wald mit der Hand gefangen worden. Vermutlich haben solche bey ihrem Strich und der eingefallenen Kälte, Wärme und Schuz im Wald gesucht."

Als noch zu beschaffen werden u. a. folgende Vögel bezeichnet: „1. Kranich. Kommt fast alle Jahr im Strich, hält sich aber sehr selten auf. 3. Der große Brachvogel. Ist vor vielen Jahren keiner geschossen worden. 6. Der Schneeammer. Dieser wird nicht anders als bey sehr strengen und kalten Wintern zu erlangen seyn. 9. Das Citrönlein. Dieses ist selten zu haben, in dem Durlacher Hofgarten aber häufig anzutreffen. 10. Die Erdschwalbe. Diese ist in hiesigen beiden Fürstenthümern nicht zu finden, wohl aber habe ich sie in meiner Jugend öfters bey Durlach an dem Thurmberg, wo sie in der Erde nistet, ingleich auch nachher häufig in dem Hannöverischen an dem Linnen-Fluß gesehen. 11. Der ganz kleine Schild-Specht. Dieser ist sehr selten in hiesigen Landen, bey Carlsruh in der Haard aber häufig anzutreffen. 20. Der schwarze Storch. Ist dahier sehr selten, doch vor 6 Jahren bey Reinsburg, ohnweit schwäbisch Hall, geschossen worden."

Nach dem Tode der Markgräfin wurden ihre Sammlungen nach letztwilliger Verfügung Fideikommis des Erbprinzen und kamen aus dem Schloß in den untern Stock des früheren Hofapothekengebäudes neben der Schloßkirche, in dessen oberm Stock sich die Hofbibliothek befand. Hier blieben sie bis 1875, wo sie in das neue Sammlungsgebäude am Friedrichsplatz übersiedelten.

II. Periode.

Das Naturalienkabinett unter Gmelins Direktion.

1784 bis 1837.

Im Jahre 1784 übernahm Karl Christian Gmelin die Direktion der hinterlassenen Sammlungen und behielt sie bis zu seinem im Jahr 1837 erfolgten Tode.

Dieser erste „Direktor" des Naturalienkabinetts war am 18. März 1762 zu Badenweiler als Sohn des dortigen Pfarrers Isaak Gmelin geboren. Bis zu seinem 16. Jahre besuchte er die Lateinschule zu Müllheim und studierte dann in Straßburg und

Erlangen Medizin. 1784 erwarb er den Doktortitel und die Lizenz als praktischer Arzt, fast gleichzeitig erfolgte seine Anstellung als Lehrer der Naturgeschichte am Gymnasium in Karlsruhe, welchen Posten er 50 Jahre lang bekleidete. Mit der Aufsicht über das Naturalienkabinett übernahm er 1786 auch die Leitung der botanischen Gärten in Karlsruhe, die unter ihm sich bedeutend entwickelten. Als Schriftsteller machte er sich besonders einen Namen durch seine „Flora Badensis Alsatica“, die von 1805 bis 1808 in drei Bänden erschien, denen 1826 noch ein Supplementband folgte. Sie behandelt die Phanerogamen Badens, an der Vollendung der Kryptogamen hinderte den Verfasser der Tod.

In dem von dem Historiker Vierordt geschriebenen Nekrolog heißt es über den Charakter Gmelins: „Er gehörte nicht zu jenen schmiegsamen Männern, die man, zumal in einer Residenz, fleißig hinhorchen sieht, mit welcherlei Redensarten vornehmer Beifall zu verdienen sei; er hielt sich im Gegenteil zu jeder Zeit sein Urteil frei und selbständig.“ Gleichsam eine Illustration zu dieser Charakteristik ist ein Schreiben Gmelins an das „Großherzogl. hochpreisl. Oberhof-Marschallamt“ vom 28. August 1823, in dem er die bei der Übernahme der Direktion im Naturalienkabinett vorgefundenen Zustände einer sehr scharfen Kritik unterzieht. Er schreibt:

„Als im Jahr 1784 und 1785 die hinterlassenen Naturprodukte an Mineralien, Conchylien, an wenigen größtenteils verdorbenen ausgestopften Vögeln, an sehr wenigen getrockneten Fischen, Krebsen, äußerst wenigen größtenteils ganz verdorbenen Schmetterlingen und anderen Insekten, ferner an Seeprodukten, als Madreporen, Korallen und Gorgonien, Spongien etc., von Sr. Hochfürstl. Durchlaucht dem Markgrafen Carl Friedrich und dem Erbprinzen Carl Ludwig, als dem damaligen Besitzer dieses Naturalienkabinets, meiner Aufsicht und Leitung gnädigst übergeben und anvertraut wurden, erbat ich mir die darüber entworfenen Verzeichnisse, die mir gänzlich abgingen. Es verflossen Jahr und Tage, als mir endlich der Geh. Rat und Minister von Edelsheim mündlich sagte, es sei trotz allem Nachsuchen kein solches Verzeichnis vorhanden.“

Weiter schildert Gmelin die zur Verbesserung dieser Zustände nötigen Arbeiten: „Es mußten die übereinander, meist ohne Namen und Angabe des Geburtsorts gehäuften Mineralien

mit aller Umsicht ausgebreitet, gereinigt, gesondert, mit den richtigen Namen und womöglich mit Angaben des Geburtsorts belegt und aufgestellt werden — desgleichen die reiche und ausgezeichnete Sammlung der Conchylien, die ebenfalls weder in Ordnung aufgestellt, noch nach ihren Gattungen, Arten und Abänderungen benannt waren — desgleichen die andern minder bedeutenden Sammlungen von Vögeln, Fischen, Insekten, welche wegen Mangel an gehöriger Verwahrung und Aufsicht größtenteils ein Raub der Motten, Milben und Speckkäfer vom Jahr 1783 bis 1784 und teils noch 1785 wurden."

Kaum hatte aber Gmelin die Neuordnung der Sammlungen einigermaßen beendet, als die befürchtete Invasion der Franzosen im Jahre 1793 dazu zwang, alles wieder einzupacken und nach Ansbach zu flüchten. 85 Kisten mit Naturalien wurden dorthin geschafft. Davon kehrten 14 Kisten im September 1797, die übrigen 71 im Juni 1798 nach Karlsruhe zurück.

Unter Gmelins Leitung fand manche Bereicherung der zoologischen Sammlungen des Kabinetts statt. Namentlich scheinen die Vögel und Conchylien nicht unbedeutende Ergänzungen erfahren zu haben. So wurden 1810 32 größtenteils ostindische und neuholländische, 1825 26 nordamerikanische und 1830 85 brasilianische Vögel angekauft. In den Jahren 1822 bis 1827 lieferte Forstrat Fischer in Karlsruhe eine größere Kollektion deutscher Vögel. und 1832 schenkte Forstmeister Kettner in Karlsruhe dem Naturalienkabinett 119 Kästen mit ausgestopften Vögeln. Als einer besonderen Seltenheit gedenkt Gmelin einer Gans, die 1802 unweit Edlenstein geschossen und von dem Major v. Seldenek dem Naturalienkabinett geschenkt wurde. „Es ist Anas albifrons", schreibt er, „das Vaterland ist vorzüglich Asien und Amerika, von wo aus sie zuzeiten in einige Seegegenden Europens kommt. Sie gehört bey uns unter die seltensten Erscheinungen und ist insoferne für das Hochfürstl. Naturalienkabinet ein schäzbares und neues Stück."

Aus den Jahren 1830 bis 1836 liegt eine größere Anzahl Verzeichnisse von Conchylien vor, die von dem Naturalienhändler Marguier in Paris bezogen wurden. 1831 wurden südfranzösische Conchylien, ferner Krebse und Fischskelette von dem Reisenden Wilhelm Schimper erworben, 1836 überließ das Polytechnikum dem Naturalienkabinett gegen Tausch 70 Spezies See-

conchylien, die größtenteils von Alexander Braun an den Küsten Frankreichs gesammelt worden waren. Den wertvollsten Zuwachs erhielt aber die Conchyliensammlung im Jahre 1837 durch ein Geschenk des Obristen Peitsch in Karlsruhe. Nicht weniger als 600 Arten Conchylien in 1243 Exemplaren, darunter 186 Arten, die das Kabinett überhaupt noch nicht besaß, wurden durch dieses Geschenk der Sammlung einverleibt. In dem Bericht Alexander Brauns, der seit 1832 „zweiter Aufseher“ des Naturalienkabinetts war, heißt es: „Besonders ausgezeichnet durch Zahl und Seltenheit der Art und Schönheit der Exemplare sind die Porzellanschnecken (Cypraea), die Kegelschnecken (Conus), die Walzenschnecken (Voluta), die Harpen (Harpa), die Spindelschnecken (Pupa) und die Wendeltreppen (Scalaria) der Peitschischen Sammlung. Zu den seltensten Stücken gehört auch noch die Kielschnecke (Carinaria). Nach Naturalienhändlerpreisen berechnet, möchte sich der Wert dieser Sammlung auf wenigstens 5- bis 6000 fl. belaufen.“

Die Einreihung dieser reichen Schätze gab Veranlassung zu einer gründlichen Revision und Neuaufstellung der ganzen Conchyliensammlung.

Außer den Conchylien schenkte Peitsch noch 22 Arten Korallen in 48 Exemplaren und sechs Wirbeltierschädel. Die Schädel- und Skelettsammlung war bereits 1834 durch ein Geschenk des Galeriedirektors Frommel, bestehend aus Skeletten und Schädeln kleinerer Säugetiere, Vögel und Amphibien, bereichert worden.

Von neuerworbenen Insekten aus dieser Zeit ist besonders eine mexikanische Sammlung erwähnenswert, die von Sommerschu, Hüttenverwalter in Wehr bei Schopfheim, im Jahr 1833 dem Naturalienkabinett verehrt wurde. Darunter befanden sich 356 Arten Käfer in 1117 Exemplaren. „Den reichsten Teil dieser schätzbaren Sammlung“, berichtet Gmelin, „bilden die Käfer, unter denen sich allein Scarabaeen im Linnaeischen Sinn 70 Arten finden, Cerambyces 47. Besonders bemerkenswert unter denselben ist ein Pärchen des schönen und großen Prionus senex, der durch seine, dem Hirschschröter ähnlichen großen, aber mit weicher sammtartiger Wolldecke überzogenen Kiefer sich auszeichnet, Scarabaeus lapatus, durch ein schaufelförmiges Horn auf dem Nacken ausgezeichnet, die mit unsern einheimischen

Goldkäfern verwandten schönen Arten aus den Geschlechtern Euchloea, Gymnetis, Macrodiscus etc. Nach den Käfern folgen die Schmetterlinge, unter denen besonders die Schwärmer durch ihre Zahl und Mannigfaltigkeit und etliche Spinner durch bunte Farben und zierliche Musterung sich auszeichnen. Unter den Hemipteren befinden sich 82 Wanzen, 43 Cikaden, unter ersteren zeichnet sich eine Wasserwanze aus, die ihre Eier auf dem Rücken trägt, unter letztern ein Thier aus der Gattung Lystra, das durch die aus dem Leib hervorwachsenden langen weißen Wollbüschel ein sonderbares Ansehen erhält. Von den Netzflüglern ist Chauliodes cornutus, ein mit der Florfliege verwandtes Thier, bemerkenswert."

Auch die palaeontologische Sammlung erhielt unter Gmelins Leitung manche Bereicherung. So wurde „am 25. Okt. 1802 unweit Daxland in der Mitte des ausgetrockneten Rheinbettes ein sehr wohlerhaltener Schädel von einem Nashorn (Rhinoceros africanus) (cornubus duobus) gefunden", der „sogleich ins fürstl. Naturalienkabinett gebracht wurde". 1807 schenkte Gatterer in Heidelberg einen Elephantenbackzahn, der im Jahr 1789 bei Schwetzingen durch eine Rheinüberschwemmung im Felde zum Vorschein kam. Die Karlsruher Zeitung vom 19. September 1810 enthält einen Bericht Gmelins über einen ungewöhnlich großen Knochen, der in der Gegend von Philippsburg im Rheinufer gefunden und dem Naturalienkabinett einverleibt wurde. „Es scheint mir außer Zweifel zu sein", schreibt der Verfasser, „daß dieser Knochen einem Elephanten von außerordentlicher Größe und sehr wahrscheinlich dem längst ausgestorbenen Riesenelephanten vom Ohio in Kanada angehöre". Endlich ist zu erwähnen, daß im Jahr 1833 eine Sammlung von Foraminiferen aus Kreide und Tertiär, enthaltend 221 Spezies in 2425 Exemplaren gegen Tausch vom Grafen Münster in Bayreuth erworben wurde. Derselbe Sammler lieferte mehrere kolorierte Gipsabgüsse von Seltenheiten seiner palaeontologischen Sammlung: Pterodactylus medius, Pt. münsteri, Pleurosaurus goldfussi und Placodus gigas.

Infolge der ständig fortschreitenden Vergrößerung der Sammlungen wurde in den letzten Jahren der Gmelinschen Leitung ein bedenklicher Platzmangel fühlbar. Ein Antrag, drei im Jahre 1834 dem Naturalienkabinett neu zugewiesene Zimmer so einzurichten, daß sie zur Unterbringung der Sammlungen mit ver-

wendet werden könnten, fand nicht die Genehmigung des Großherzogs. Dieser war vielmehr der Ansicht, daß dem Platzmangel durch zweckmäßigere Anordnung der Sammlungen und bessere Benutzung des vorhandenen Raumes abgeholfen werden müsse. Um dies zu ermöglichen, bestimmte ein Reskript des Geheimen Kabinetts vom 12. Dezember 1835, alle in dem Kabinett befindlichen Kuriositäten auszusondern und an die Hofbibliothek abzugeben, sämtliche Doubletten bis zu ihrer Vertauschung auf möglichst engem Raum zusammenzudrängen, alle Bücher, die nicht zu dem notwendigen täglichen Handgebrauch der Direktoren gehören, zur Hofbibliothek abzugeben und die Gegenstände ohne allen oder von sehr geringem Wert zu veräußern. Die drei neu hinzugekommenen Zimmer seien hauptsächlich zu Arbeitszimmern für die Direktoren des Kabinetts zu verwenden. Ferner enthält dieses Reskript Bestimmungen über den Aufenthalt und die Verwendung der Diener des Naturalienkabinetts und der Hofbibliothek sowie über die Zurechtweisung des Publikums für den Besuch der Sammlungen und der Direktoren durch Aufschriften an den verschiedenen Türen.

Infolge der Kränklichkeit Gmelins in seinen letzten Lebensjahren und der Zeit und Raum in Anspruch nehmenden Neuaufstellung der Conchyliensammlung zog sich die Ausführung dieser Bestimmungen, die auch mit baulichen Veränderungen verbunden war, längere Zeit hin, und erst am 27. Oktober 1837 berichtet Alexander Braun, der Nachfolger Gmelins, über die Abgabe der nicht naturhistorischen Gegenstände des Naturalienkabinetts an die Gemäldegalerie und die Hofbibliothek.

III. Periode.

Das Naturalienkabinett unter der Direktion Alexander Brauns.

1837 bis 1846.

Nach dem Tode Gmelins wurden neue Bestimmungen über die zukünftige Leitung des Naturalienkabinetts und seine Beziehungen zur Bibliothek festgesetzt, wie aus einem Schreiben des Großh. Geh. Kabinetts vom 29. September 1837 hervorgeht. Darnach wird die Oberaufsicht des Kabinetts dem Geh. Hofrat und Oberbibliothekar Molter übertragen. Dieser soll die Verant-

wortlichkeit für die Erhaltung der Sammlungen mit dem Direktor teilen und bei den Anschaffungen für das Naturalienkabinett vorzüglich in ökonomischer Hinsicht beratend mitwirken. Der Direktor soll seinen Anordnungen Folge leisten, im übrigen aber, namentlich in seiner wissenschaftlichen Tätigkeit, möglichste Selbständigkeit genießen und insbesondere auch über die Verwendung der für die laufenden kleineren Bedürfnisse der Anstalt in dem Budget besonders ausgesetzten Summe die alleinige Disposition behalten. Der Direktor tritt zu der Großh. Hofbibliothek in ein näheres Verhältnis als wirklicher Bibliothekar mit der Verpflichtung, an den allgemeinen Angelegenheiten der Bibliothek, insbesondere den Bücheranschaffungen beratenden Anteil zu nehmen, die seinen wissenschaftlichen Standpunkt unmittelbar berührenden Bücher speziell zu beaufsichtigen und seine ihm nach Erledigung seiner sonstigen Berufsarbeiten frei bleibende Zeit dem Besuche der Bibliothek zu widmen. Die Stelle eines Direktors und dritten Hofbibliothekars wird dem zweiten Aufseher des Naturalienkabinetts, dem Professor der Naturgeschichte am Polytechnikum, Alexander Braun, zugedacht, unter Auferlegung der Verpflichtung, außer den 8 bis 10 wöchentlich am Polytechnikum zu erteilenden Stunden die großherzoglichen Prinzen zwei Stunden in der Naturgeschichte zu unterrichten und unter der Bedingung, weitere Nebenämter oder Nebenbeschäftigungen als die genannten nicht anzunehmen.

Prof. Braun ging auf diese Bedingungen ein und erhielt am 24. Dezember 1837 seine Ernennung zum Direktor des Naturalienkabinetts.

Alexander Braun ist am 10. Mai 1805 zu Regensburg als Sohn eines Postbeamten, der später in badische Dienste trat und seinen Wohnsitz in Karlsruhe nahm, geboren. Er besuchte das Lyzeum in Karlsruhe, wo er sich die besondere Gunst Gmelins erwarb, der ihm eine große Zukunft prophezeite. Nachdem er schon als Schüler sich eifrig mit Sammeln von Pflanzen und Mineralien beschäftigt hatte, studierte er von 1824 bis 1832 in Heidelberg und München Medizin und Naturwissenschaften, machte dann eine Studienreise nach Paris, wo er Cuviers letzte Vorlesungen hörte, und erhielt nach seiner Rückkehr im Jahre 1833 eine Stelle als Lehrer der Botanik und Zoologie an der polytechnischen Schule und gleichzeitig eine Stelle als Assistent am

Naturalienkabinett. Nach 14jähriger Tätigkeit an diesen beiden Instituten, während welcher er die Flora Badens fleißig erforschte, folgte er einem Ruf als Professor der Botanik nach Freiburg, wo er seine bedeutendsten Arbeiten über die Morphologie und Physiologie der Süßwasseralgen ausführte, deren Resultate in der berühmten, durch ihren philosophischen Geist ausgezeichneten Abhandlung „Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur" niedergelegt wurden. 1850 ging Braun nach Gießen, blieb hier aber nur ein Semester, da er als Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens nach Berlin berufen wurde, wo er nach 26jähriger reichgesegneter Tätigkeit am 29. März 1877 als Gelehrter von Weltruf starb.

Brauns Tätigkeit am Naturalienkabinett ist ausgezeichnet durch eine durchgreifende Reorganisation aller Teile der Sammlungen. Die erste Arbeit, der er sich unterzog, war die Musterung sämtlicher, seit der Gründung des Naturalienkabinetts darin angehäuften Papiere. Das, was von älteren Akten des Naturalienkabinetts noch vorhanden ist, hat Braun geordnet und mit Aufschriften und Bemerkungen versehen.

Dann ging er an eine sorgfältige Musterung der ausgestopften Tiere, insbesondere der Vögel. Dabei zeigte es sich, daß weit über die Hälfte dieser Objekte vom Ungeziefer dermaßen angesteckt war, daß ohne schleunige Anwendung durchgreifender Maßregeln die ganze Sammlung oder doch deren größter Teil einem baldigen Untergang entgegengehen würde. Als Ursache dieser großen Verderbnis, besonders der ornithologischen Sammlung, bezeichnet Braun hauptsächlich den Fehler, daß früher anstatt neuer und wohlpräparierter Bälge alte Sammlungen bei der ursprünglichen Zubereitung nicht vergifteter Vögel angekauft wurden, die zum Teil sogar aus dem Grunde von den Eigentümern abgegeben worden waren, weil ihr baldiger Untergang vorauszusehen war. Nicht weniger als 168 Vögel, 5 Säugetiere und 4 Amphibien mußten, als nicht mehr zu retten, gänzlich ausgeschlossen und weggeworfen werden. 380 Vögel und 63 Säugetiere wurden gereinigt, vergiftet, ausgebessert und teilweise mit neuen Postamenten versehen.

Bei Gelegenheit dieser Musterung wurde auch noch der Vorteil erreicht, daß der Raum des Naturalienkabinetts von den zahlreichen herumstehenden Kästchen, in denen ein großer Teil

der Vögel untergebracht war, befreit wurde, indem alle in Kästen befindlichen angesteckten und verdächtigen Vögel aus diesen herausgenommen und in die durch Umräumung der Zoophyten gewonnenen gemeinschaftlichen Glasschränke gestellt wurden.

Eine weitere Arbeit, die sich dem neuen Direktor bot, war die Ordnung der aus 1500 Bänden bestehenden Handbibliothek, die er im August und September 1837 der Hofbibliothek überlieferte. Den dadurch frei gewordenen Raum verwendete Braun teils zur Aufnahme einer Sammlung vegetabilischer Gegenstände, Hölzer, Früchte, Samen usw., sowie des Herbariums, das früher ohne Schrank auf dem Boden stand, teils zur Aufnahme der Akten des Naturalienkabinetts. Ferner wurden alle nicht naturhistorischen Gegenstände, die sich im Naturalienkabinett vorfanden, abgegeben, und zwar einige Kupferstiche an die Gemäldegalerie, die Antiquitäten und ethnographischen Gegenstände an die Hofbibliothek.

Diesen Arbeiten folgte die Neuaufstellung der zahlreichen fossilen Knochen, die sich im Laufe der Zeit im Naturalienkabinett angesammelt und durch neuere Funde bei Oos bedeutend vermehrt hatten. Die meisten dieser wertvollen Gegenstände hatten bis dahin noch keine vor Gefahr geschützte, wissenschaftliche Übersicht bietende und dem Auge gefällige Aufstellung finden können, sondern standen teils in den Fensternischen oder lagen auf unbedeckten Tischen umher, dem Staub und der Gefahr des Verstoßenwerdens ausgesetzt, teils waren sie in Kammern verborgen aufbewahrt. Braun ließ die Knochen in vier neuen oben mit Glas gedeckten und unten mit zwei Reihen Schubladen versehenen Kästen unterbringen. Die zerbrochenen Knochen wurden mit aller Sorgfalt gekittet und zusammengesetzt, so daß sich oft aus unansehnlichen Stücken die bedeutendsten Exemplare, wie z. B. der Kopf eines Mammuts zusammenfügten und dieser Teil der Sammlung, der früher zu den am meisten vernachläßigten gehörte, zu einem der ansehnlichsten und interessantesten wurde.

Ein großes Verdienst erwarb sich Braun ferner dadurch, daß er eine nach Formationen geordnete Sammlung von Gesteinen und Fossilien begründete, die bis dahin völlig gefehlt hatte.

Den Abschluß dieser Reorganisation bildete die 1841 vorgenommene Neuordnung der Korallen, Echinodermen, Krustaceen und Fische, die bisher teils an den Wänden angebracht, teils in den Schubladen der Seitenzimmer, dem Publikum unzu-

gänglich verborgen waren. Sie fanden in 14 neu angeschafften Glasschränken eine angemessene Aufstellung.

Was die Vermehrung der Sammlungen in dieser Periode betrifft, so ließ sich Braun zunächst die Vervollständigung der Konchyliensammlung angelegen sein. Sein Streben ging dahin, die Reihe der Genera möglichst komplett zu machen und die Ungleichmäßigkeit der Sammlung zu heben, die darin bestand, daß einzelne Genera außerordentlich reich vertreten waren, andere dagegen, besonders die der älteren Systematik unbekannten, fehlten. Durch Ankäufe und Geschenke wurde die Konchyliensammlung bereichert, und fünf neue Schränke legten Zeugnis von ihrer bedeutenden Ausdehnung ab.

Die reiche Sammlung von Land- und Süßwassermollusken Alexander Brauns wurde vom Naturalienkabinett käuflich erworben, und Brauns Bruder, der Ingenieur Max Braun, machte wiederholt wertvolle Geschenke an Land-, Süßwasser- und Seekonchylien aus Südfrankreich, Spanien, Sizilien, Algerien und den Tropen. Ferner schenkte Roßmäßler 120 Konchylien in 318 Exemplaren und Dr. Schuch in Regensburg eine Kollektion griechischer Konchylien.

Nicht weniger richtete Braun sein Augenmerk auf die Vergrößerung der Vogel- und Säugetiersammlung. 1839 schenkte Oberbibliothekar Molter 31 Vögel, und in demselben Jahr wurden größere Ankäufe von Säugetieren und Vögeln bei Steinmann in Basel und Bosch in Karlsruhe gemacht, darunter Ameisenfresser, Schuppentier, Gürteltier und viele exotische Vögel. 1840 lieferte der Reisende Wilhelm Schimper 20 Säugetiere und 144 Vögel aus Abessinien, und 1845 machte der Arzt Dr. Keller aus Freiburg, damals in Caravellas, Provinz Bahia, ein wertvolles Geschenk mit brasilianischen Tieren, 25 Säugetieren, 111 Vögeln und 8 Amphibien, von denen viele dem Naturalienkabinett neu waren. Unter den Säugetieren nennt Braun als besonders erwähnenswert Tapir, Jaguar, Tigerkatze, mehrere Faultiere und Flußschweine, unter den Vögeln die Papageien, Pfefferfresser, Bartvögel und Fregattvögel. Als sehr wertvoll bezeichnet er ferner die in dem von Dr. Keller mitgesandten Verzeichnis enthaltenen genauen Angaben der Farbe der Augen, Schnäbel und Füße der Vögel und die Notizen über deren Vorkommen und Lebensweise.

Am wenigsten Aufmerksamkeit scheint der Insektensammlung gewidmet worden zu sein. Hier findet sich nur ein größeres Geschenk des Oberwund- und Zahnarztes Loudet in Mannheim verzeichnet, der seine Sammlung europäischer Schmetterlinge, 930 Spezies in 1500 Exemplaren, im Jahre 1844 dem Naturalienkabinet verehrte.

Die palaeontologische Sammlung endlich erhielt reichen Zuwachs durch die meist bei Erdarbeiten gefundenen fossilen Knochen vom Nashorn, Mammut, Pferd, Hirsch usw. aus Leimersheim, Weinheim, Eggenstein, Oos und anderen Orten der näheren und weiteren Umgegend von Karlsruhe.

IV. Periode.

Das Naturalienkabinett unter der Leitung Moritz Seuberts.

1846 bis 1873.

Nach dem Fortgang Alexander Brauns übernahm sein Schüler, Professor Moritz August Seubert, die Leitung der Sammlungen des Naturalienkabinetts. Seubert ist am 2. Juni 1818 zu Karlsruhe als Sohn des Medizinalrats Dr. Karl August Seubert geboren. Er besuchte das Lyzeum seiner Vaterstadt und hörte schon als Gymnasiast Alexander Brauns Vorlesungen über Zoologie und Botanik. Als Student der Medizin in Heidelberg und Bonn trieb er eifrig naturwissenschaftliche Studien und beschäftigte sich nach Erlangung der Doktorwürde mit der Ordnung der reichen naturhistorischen Sammlungen in Berlin. 1843 ließ er sich als Privatdozent in Bonn nieder und erhielt drei Jahre später einen Ruf als Lehrer der Botanik und Zoologie an das Polytechnikum in Karlsruhe. Zugleich wurde er Vorstand des Naturalienkabinetts und des botanischen Gartens, welche Stellungen er bis zu seinem am 6. April 1878 erfolgten Tode bekleidete. Seine literarischen Arbeiten bewegen sich auf botanischem Gebiete. Er schrieb u. a. eine Exkursionsflora für das Großherzogtum Baden und war Mitarbeiter an der Flora Brasiliensis.

Aus dem mir vorliegenden Katalog, der von 1846 bis 1875 gemachten Anschaffungen geht hervor, daß Seubert sein Hauptaugenmerk auf die Bereicherung und Vervollständigung der Insektensammlung richtete. Gleich im ersten Jahre wurden 300 Or-

thopteren, Hemipteren, Neuropteren und Lepidopteren bei Geyer gekauft, die Lepidopteren zur Komplettierung der von Loudet geschenkten Sammlung. Unter den Anschaffungen des folgenden Jahres sind verzeichnet: 10 große brasilianische Bombyces und 25 unbestimmte brasilianische Insekten von Hufnagel in Pforzheim, 9 exotische Käfer von Eckert in Heidelberg und 90 europäische Schmetterlinge und exotische Käfer von Biedermann. 1848 wurden 60 Spezies Käfer von Dr. Roth in München gegen Doubletten eingetauscht, 40 Insekten von Eckert in Heidelberg gekauft und eine größere Anzahl Käfer aus Natal durch Vertauschung gegen Mexikaner erworben. Das Jahr 1849 brachte einen Zuwachs von etwa 60 exotischen Insekten, die Safferling in Heidelberg lieferte und 50 europäischen Schmetterlingen, die bei Geyer gekauft wurden. 1850 lieferte Mann in Wien 160 Mikro- und 42 Makrolepidopteren, Safferling 30 exotische Insekten und Biedermann 30 Schmetterlinge und 15 Käfer. Aus 1851 sind exotische Käfer von Safferling und 30 Schmetterlinge von Keitel in Berlin verzeichnet, aus 1852 Schmetterlinge aus Neuholland von Safferling. 1853 lieferte ebenfalls Safferling eine größere Anzahl Insekten, und 1854 wurden 180 Schmetterlinge und 200 Käfer aus Mexiko von Bergrat Sommerschu erworben. 1856 ging die Arnspergersche Insektensammlung, enthaltend 3500 Spezies Käfer und 700 Spezies Schmetterlinge durch Kauf in den Besitz des Naturalienkabinetts über. Die folgenden Jahre weisen weniger Insekten- als Vogelanschaffungen auf, erst 1863 begegnen wir wieder einer Kollektion heimischer und exotischer Insekten, die bei Biedermann gekauft wurden. In den Jahren 1865, 66, 68 und 73 wurden einheimische und exotische Schmetterlinge von Lehrer Klier in Darmstadt erworben, darunter eine Kollektion aus Panama. Lepidopteren aus Kuba lieferte 1867 Landauer in Frankfurt. Ende der 60er und anfangs der 70er Jahre wurden mehrfach Schmetterlinge bei Fehr und Heyne in Leipzig gekauft. Endlich schenkte A. Seubert in Poerworedjo auf Java 1875 dem Naturalienkabinett eine Kollektion javanischer Insekten, besonders Käfer.

Nächst den Insekten war es die Vogelsammlung, die sich unter Seubert besonderer Pflege erfreute. So finden sich zahlreiche Anschaffungen von Vögeln bei Bosch in Karlsruhe, Brandt in Frankfurt, Oberforstmeister v. Kettner in Karlsruhe, Sannrotti in Hamburg etc. 1857 wurde die ganze v. Kettnersche ornitho-

logische Sammlung angekauft. Auch Geschenke von Vögeln sind häufig verzeichnet. So schenkte Baron Müller in Stuttgart im Jahre 1850 eine Kollektion Vögel aus dem nordöstlichen Afrika, Riedel in Gorontalo 1866 15 Spezies Vögel, Kaufmann Casalotti in Batavia im Jahre 1867 125 ostindische Vogelbälge, Konsul Lämmert 1871 29 Bälge brasilianischer Vögel und Dr. W. Reiß 1873 99 Vogelbälge aus den peruanischen Kordilleren.

Auch die Eiersammlung wurde durch Ankäufe und Geschenke bereichert. 1853 lieferte Geyer gegen 100 Vogeleier in über 200 Exemplaren, und in demselben Jahre wurden Vogeleier von Steenberg in Helsingoer und Kaufmann Möschler in Herrnhut bezogen. Auch die folgenden Jahre weisen noch verschiedene Ankäufe dieser Art auf. Unter den Geschenken ist besonders erwähnenswert eine Sammlung von 150 europäischen Vogeleiern, die von der Witwe des Frhrn. v. Kettner dem Naturalienkabinett übergeben wurden.

Die Schädel- und Skelettsammlung erhielt einigen Zuwachs durch mehrere Schädel, die 1866 durch das Großh. Hofsekretariat geliefert wurden. Es waren 2 Elefanten-, 2 Tiger-, 2 Büffel-, 4 Affen- und 2 Krokodilschädel. Ebenso wurde 1875 eine Kollektion Schädel aus der Schülerschen Sammlung von der Hoffinanzkammer dem Naturalienkabinett unter Wahrung des großherzoglichen Eigentumsrechts übergeben. Darunter befanden sich Affen-, Tiger-, Leoparden-, Schweine-, Nashorn-, Büffel-, Krokodil- und Albatroßschädel.

Von Fischen ist nur eine größere Kollektion aus Triest und Surinam verzeichnet, die 1864 durch Dr. Kraus in Stuttgart bezogen wurde.

In demselben Jahre lieferte Landauer in Frankfurt 123 Seetiere, Conchylien etc. Auch 1866 und 1868 wurde die Konchyliensammlung durch Ankäufe bei Landauer bereichert, nachdem bereits im Jahre 1846 Seubert 30 ausländische Konchylienarten dem Kabinett geschenkt hatte. 1875 schenkte A. Seubert in Java eine Kollektion javanischer Schnecken und Muscheln.

Das bedeutendste Ereignis unter Seuberts Leitung war die Übersiedelung der Sammlungen des Naturalienkabinetts aus dem Hofapothekengebäude in das neue Sammlungsgebäude am Friedrichsplatz. Schon im Jahre 1860 hatte Großherzog Friedrich den Plan gefaßt, für die Naturalien- und Altertümersammlungen

und die Hofbibliothek ein gemeinschaftliches Gebäude auf dem nördlichen Teil des Erbprinzengartens zu errichten. 1862 genehmigten die Stände, daß die Baumittel aus dem Domänengrundstock geschöpft werden sollten, und im Frühjahr 1865 begann der Bau unter Leitung des Oberbaurats Berckmüller. Die Kriege von 1866 und 70 verzögerten aber den Fortschritt des Baues, so daß er erst 1872 vollendet wurde. 1873 siedelte die Bibliothek und 1875 die naturhistorische und ethnographische Sammlung in die neuen Räumlichkeiten über.

Die seismischen Stationen

DURLACH und FREIBURG

von

Dr. M. Haid
Professor an der Techn. Hochschule zu Karlsruhe.

I. Rückblick.

In der benachbarten Schweiz begann die systematische Erdbebenbeobachtung im Jahre 1878, als einige gleichstrebende Forscher bei der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft die Einsetzung einer besonderen Erdbebenkommission beantragten. Über die durch diese Kommission teils auf diplomatischem, teils auf privatem Weg eingezogenen Umfragen nach bestehenden, gleichgerichteten Einrichtungen in andern Ländern sagt der Bericht, daß nirgends in Europa ein organisierter Dienst für Erdbebenbeobachtungen bestehe, es seien lediglich einzelne, nach eigenem Plan arbeitende Forscher, denen man die bisherigen Resultate verdanke.

Bei den Verhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins wurde erstmals in der Sitzung vom 6. Februar 1880, an welcher Seine Königl. Hoheit der Großherzog teilzunehmen geruht hatte, von den Professoren Sohncke und Knop über Erdbeben in Baden gesprochen, „deren Auftreten hier ein viel häufigeres ist, als man gemeinhin zu glauben geneigt ist“. Veranlassung hierzu gaben die binnen 7 Wochen stattgefundenen drei Erdbeben am 5. und 22. Dezember 1879 im südlichen Schwarzwald und am 24. Januar 1880, von denen das letztere über einen großen Teil von Baden ausgedehnt und besonders in der Umgebung von Karlsruhe stärker fühlbar war. Im Anschluß an diese Erörterungen nun wurde nach Vorgang der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft auf Vorschlag des damaligen Vorstandes, Geh. Rat Grashof, von dem Verein eine Erdbebenkommission zur Untersuchung der in Baden stattfindenden Erdbeben errichtet und als Mitglieder die Professoren Jordan, Knop, Sohncke und Rentner Gustav Wagner eingetzt.

Solange nicht Seismographen, welche die verschieden eintretenden Erscheinungen und Phasen eines Erdbebens zeitlich registrieren, zur Verfügung standen, mußte die Aufgabe der Kommission auf die Anwendung der statistischen Methode, auf die Konstatierung der Anzahl von beobachteten Fällen, auf ihre zeitliche Aufeinanderfolge und räumliche Ausdehnung sich beschränken und so einen ersten Schritt bilden zur Erkenntnis der sogenannten Seismiszität des untersuchten Gebiets. Die hierzu bei jedem Erdbeben notwendigen Erhebungen waren damals von der mit dem physikalischen Lehrstuhl Sohncke's verbundenen meteorologischen Zentralstation gesammelt worden. Schon bald jedoch hat der Personalbestand der Kommission eine Änderung erfahren, indem Prof. Jordan 1881 nach Hannover, Hofrat Sohncke Ostern 1883 nach Jena berufen wurden und Herr Wagner nach Achern verzog. Nach dem Scheiden Sohncke's und der damit erfolgenden Auflösung der meteorologischen Zentralstation hat dann das bei der Großh. Oberdirektion des Wasser- und Straßenbaues errichtete Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie die Sammlung der einkommenden Berichte übernommen. Dadurch erfuhr der Erdbebennachrichtendienst eine wesentliche Verbesserung. Wenn auch eine beträchtliche Anzahl von Personen in allen Landesteilen sich bereit finden ließ, als Korrespondenten der Erdbebenkommission im gegebenen Fall die ihnen zugänglichen Nachrichten unter Benützung eines Fragebogens zu sammeln und mit den etwaigen eigenen Wahrnehmungen an die Erdbebenkommission gelangen zu lassen, so erhielt der Nachrichtendienst doch ein festeres Gefüge durch Hinzuziehung der staatlichen Bezirksbehörden bezüglich deren Organe, die vermöge ihrer Fachbildung, ihrer Berufstätigkeit und Verbreitung über das ganze Land vorzugsweise geeignet und in der Lage sind, auf physikalische Erscheinungen zu achten und Wahrnehmungen darüber zu sammeln. Die Erdbebenkommission, die in ihren Bestrebungen auch von der kaiserl. Post- und Telegraphenbehörden bereitwilligst unterstützt wurde, bestand nunmehr aus den Herren Knop, Honsell, Haid und Postrat Christiani.

Da die bis dahin üblichen Fragebogen nicht allgemein verstanden wurden, und die Leute vielfach sich genierten, sie zu beantworten, so gab die Kommission geänderte Formulare in populärer Fassung aus. Auch ordnete sie in Ermangelung geeig-

neten Kartenmaterials die Herausgabe einer Übersichtskarte von Baden und Elsaß in $^{1}/_{450000}$ an, welche als Grundlage für die Darstellung der Schüttergebiete notwendig war. Obwohl bei den seitens des Publikums einlaufenden Mitteilungen mancher Scherz* unterlief, so läßt sich doch erkennen, daß den Erdbebenerscheinungen von der Bevölkerung allenthalben ein besonderes Interesse zugewandt wird, insbesondere wenn sie, wie es zeitweise der Fall ist, häufiger eintreten. In der Tätigkeit der Kommission trat aber anfangs der 90er Jahre eine Pause ein, während welcher jedoch das Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie die Erhebung und Sammlung der Erdbebenberichte mit dem gleichen Pflichtgefühl fortführte. Es machte allmählich die Anschauung sich geltend, daß ohne Zusammenschluß größerer Gebiete mit der statistischen Methode allein und ohne instrumentelle Beobachtung ein weiterer wesentlicher Fortschritt nicht gemacht werde. In dieser Beziehung versuchte der oberrheinische geologische Verein die Erdbebenforschung in den Vereinsländern (Baden, Bayern, Elsaß-Lothringen, Hessen-Darmstadt, Hohenzollern und Württemberg) auf Grund einer zusammenfassenden Organisation zum Gegenstand seiner Beratungen zu machen; doch war dieses Bestreben nicht von langem Bestand. In der Versammlung des oberrheinischen geologischen Vereins von 1892, der auch ein Vertreter der schweizerischen Erdbebenkommission anwohnte, wurde zwar eine Resolution gefaßt, die eine Vereinheitlichung der Fragebogen, Aufstellung zahlreicher, durch physikalische Institute geprüfter Seismometer über das gesamte Vereinsgebiet, ferner regelmäßige Publikationen und Herstellung von Detail- und Übersichtskarten beabsichtigte; doch hatte sie keine weitere Folge.

Die mit seinem Horizontalpendel ausgeführten, epochemachenden Arbeiten v. Rebeur-Paschwitz's, welche in ihren Anfängen hier vom Naturwissenschaftlichen Verein tatkräftigst unterstützt wurden, und die Begründung der benachbarten Straßburger seismischen Station brachten nach dem Tode des Geh. Hofrat Knop (1893) und nach der Berufung seines Nachfolgers des Prof. Brauns nach Gießen (1895) mit dem Eintritt von Prof. Futterer wieder regeres Leben in die Erdbebenkommission. Dieselbe kon-

* Unter anderem hat sich eine Erdbebenmitteilung vom 20. Februar 1890 aus Neckargemünd nach erfolgter eingehender Untersuchung als ein harmloser Wahlscherz ergeben.

stituierte sich von neuem unter Futterer's Vorsitz und setzte sich mit ihm zusammen aus den Professoren Honsell, Schultheiß, Haid und Leutz und Postrat Seltsam als Nachfolger des an das Reichspostamt versetzten Herrn Christiani. Die Berichte über die damaligen Sitzungen des Vereins geben Zeugnis von dem großen Eifer, den Futterer der Erdbebenforschung widmete. Gegen Ende der 90er Jahre sah leider das Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie sich genötigt, wegen Portoschwierigkeiten und auch aus anderen Gründen seine Mitarbeit aufzugeben. Herr Prof. Futterer übernahm dann selbst die Aussendung und Sammlung der von ihm verfaßten und erweiterten Fragebogen. Dagegen sollte die Erfüllung des wiederholt geäußerten Wunsches, in die Erdbebenbeobachtung durch Aufstellung von Seismometer und Seismographen größere Präzision zu bringen, in die Nähe rücken. Die Post- und Telegraphenbehörden hatten früher schon anfangs der 80er Jahre vielfach Seismochronographen aufgestellt nach Konstruktion von Prof. Lassaulx in Breslau. Zwei solcher Apparate waren im Jahre 1887 dem Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie überlassen worden; sie kamen jedoch wegen ihrer Unzweckmäßigkeit nicht zu weiterer Verwendung. Wollte man wirklich in der Forschung vorwärts kommen, so konnten dergleichen einfache Apparate nicht mehr in Betracht gezogen werden. Aus den beschränkten Vereinsmitteln aber war die Anschaffung größerer Apparate, die im letzten Dezennium in raschem Fortschreiten sich immer mehr vervollkommneten, und deren Aufstellung größere Mittel beansprucht, nicht zu ermöglichen; auf eine Unterstützung durch Staatsmittel war vorerst auch nicht zu rechnen. Es war daher außerordentlich dankbar zu begrüßen, als Herr Geh. Rat Battlehner in der Vereinssitzung am 10. Mai 1901 die erfreuliche Mitteilung machen konnte, daß von der verstorbenen Frau Landgerichtsrat Bohm dem Verein die Summe von 16000 M. für Zwecke der Erdbebenforschung testamentarisch gestiftet worden sei. Kurz vorher hatte Prof. Futterer als Delegierter Badens für die im April in Straßburg tagende erste Seismologische Konferenz*, welche zum Zweck der Begründung einer internationalen Assoziation für Erdbebenforschung auf Einladung des Deutschen Reiches zusammengetreten war, einen Plan für die

* Bericht der ersten Seismologischen Konferenz. Zeitschrift für physik. Erdkunde, Dr. Gerland's Beiträge zur Geophysik, Ergänzungsband 1.

Errichtung eines Netzes von seismologischen Stationen in Baden aufgestellt. Dieses Netz sollte sieben Stationen erster Ordnung und elf Stationen zweiter Ordnung umfassen. Es waren dies Heidelberg, Durlach, Lahr, Freiburg, im Kaiserstuhl, Neustadt, Engen von der ersten und Wertheim, Sinsheim, Pforzheim, Baden, Triberg, Zell i. W., Donaueschingen, Thiengen, Badenweiler, Kehl, Karlsruhe von der zweiten Art. Die Auswahl wurde von Futterer nach geologischen Gesichtspunkten und gemäß den bisherigen Erfahrungen begründet; sie sollte selbstverständlich nur einen allgemeinen Plan vorstellen, an dessen Verwirklichung für die nächste Zukunft zwar nicht zu denken war, an dessen allmählichen Ausbau aber nach Maßgabe vorhandener Mittel heranzutreten sei. Das mehr als zwanzigjährige Bestehen einer Erdbebenkommission in Baden sowie seine wiederholte Betätigung auf dem Gebiet der Erdbebenforschung veranlaßten die Berufung Futterer's in das Kuratorium der kaiserl. Hauptstation in Straßburg, dem zur Förderung der seismischen Forschung das Betreiben der Errichtung von Erdbebenstationen in den einzelnen Bundesstaaten als eine seiner hauptsächlichsten Aufgaben oblag. Der Erdbebenkommission des Vereins war nunmehr die Pflicht erwachsen, mit den Mitteln, welche durch das hochherzige Bohm'sche Vermächtnis gegeben waren, Stationen in Baden einzurichten. Leider war es Futterer nicht mehr vergönnt, die Ausführung selbst in die Hand zu nehmen. Wegen leidender Gesundheit war er genötigt, aus seiner Stellung auszuscheiden. An seine Stelle als Vorsitzender der Erdbebenkommission ist seit Juli 1903 der Verfasser getreten. Diesen Rückblick beschließend, gibt die folgende Zusammenstellung eine Übersicht über die Publikationen der Erdbebenkommission von 1880 bis 1905.

Die Publikationen der Erdbebenkommission von 1880 bis 1905.

1. **Das rheinisch-schwäbische Erdbeben am 24. Januar 1880. Dargestellt von der Erdbebenkommission des Naturw. Vereins. 8. Band. 1881.**
2. **Das Erdbeben im Kaiserstuhl i. Br. am 21. Mai 1882, bearbeitet von Prof. Dr. A. Knop. 9. Band. 1883.**
3. **Mitteilungen der Erdbebenkommission des Naturwissenschaftl. Vereins. 10. Band. 1888. Enthaltend:**
   a **Das Erdbeben im badischen Oberland und Oberelsaß am 24. Jan. 1883, bearbeitet von Dr. J. H. Kloos, mit nachträglichen Bemerkungen von demselben.**

b. Das Erdbeben von Gebweiler im Elsaß am 14. April 1884, bearbeitet von Direktor Dr. Gerhard in Gebweiler.
c. Das Erdbeben im Kaiserstuhl i. Br. am 24. Juni 1884, bearbeitet von Prof. Dr. A. Knop.
d. Bericht über den jetzigen Bestand der Erdbebenkommission, über Organisationsänderungen und über die in den Jahren 1885 und 1886 beobachteten Erderschütterungen von Prof. Dr. A. Knop.
e Das Erdbeben am 21. April 1885 in der Feldberggruppe (Knop).
f. Das Erdbeben im Kaiserstuhl im Br. am 3. Jan. 1886 (Knop).
g. Das Erdbeben in der Gegend von Lahr am 7. Juni 1886, bearbeitet von Prof. Dr. H. Eck in Stuttgart.
h. Das Erdbeben in der Gegend zwischen Kappel i. B. und Sermersheim i. E. am 9. Oktober 1886, bearbeitet von Prof. Dr. H. Eck in Stuttgart.
i. Sporadische Erdbeben im Kinzigthal, in Staufen, in Breisach und in der Gegend von Markdorf.
k. Sporadisches Erdbeben zu Thiengen am 16. Nov. 1886 (Knop).
l. Sporadisches Erdbeben zu Stockach am 28. Nov. 1886 (Knop).
m. Erdbeben von Wies-Todtnau am 6. Januar 1887 (Knop).
n. Erdbeben im Güntersthal (Amt Freiburg) am 23. Febr. 1887 (Knop).
o. Erdbeben von Blumberg (Amt Donaueschingen) am 23. Februar 1887 (Knop).

4. Das Erdbeben am 13. Januar 1895 im südlichen Schwarzwald und den benachbarten Gebieten des Elsaß und der Schweiz, bearbeitet von Dr. R. Langenbeck. 11. Band. 1896.
5. Das Erdbeben am 22. Januar 1896 in Baden, bearbeitet von Prof. Dr. K. Futterer. 13. Band. 1900.
6. Das Erdbeben in der Umgebung von Lahr am 19. Januar 1897, bearbeitet von Prof. Dr. K. Futterer. 13. Band. 1900.
7. Das Erdbeben in der Gegend von Freiburg am 17. November 1891, bearbeitet von Dr. E. Böse. 13. Band. 1900.
8. Bericht über die in Baden vom Herbst 1897 bis Oktober 1898 beobachteten Erdbeben von Dr. v. Kraatz-Koschlau. 13. Band. 1900.
   a. Das Erdbeben vom 13. Januar 1898 am Feldbergmassiv.
   b. Das Erdbeben vom 6. Mai 1898 in der Schweiz.
   c. Das Erdbeben vom 6. Oktober 1898 in Oberschwaben und Hohenzollern.
9. Das Erdbeben im Kaiserstuhl i. Br. am 14. Februar 1899 und Das Erdbeben in der Umgegend von St. Blasien am 3. Juli 1899, bearbeitet von Dr. F. Wiegers. 13. Band. 1900.
10. Bericht über die Erdbeben am 24. März 1901 und am 22. Mai 1901 im badischen Oberlande und der nördlichen Schweiz, bearbeitet von M. Reichmann. 16. Band. 1903.
11. Die süddeutschen Erdbeben im Frühjahr 1903, am 22., 26., 27. und 29. März, am 14., 20. und 24. April, sowie 22. Juli in der Umgebung von Kandel in der Rheinpfalz, bearbeitet von Prof. H. Leutz. 18. Band. 1905.

2. Die Stationen.

Da von dem astrophysikalischen Institut der Sternwarte in Heidelberg Erdbebenerscheinungen an einem astatischen Pendel bereits beobachtet werden und ein ebensolches Wiechert'sches Pendel auch auf der Hauptstation in Straßburg sich befindet und da die Aufstellung gleicher Instrumente dazwischen in verhältnismäßig kleiner Entfernung von einander wohl nur die gleichen Erscheinungen zeigen würden, so hat die Erdbebenkommission dem Vorschlag zugestimmt, die von v. Rebeur-Paschwitz ursprünglich verfolgte Absicht des Studiums der bradyseismischen Bewegungen, welche in langsamen Niveauverschiebungen bestehen, herrührend von der Anziehung der Sonne und des Mondes oder von den Vorgängen bei der Gebirgsbildung etc., wieder aufzunehmen und zwei Stationen hiefür mit leichten Horizontalpendeln Hecker'scher Konstruktion einzurichten. Die Aufzeichnung der sonst noch eintretenden Erdbebenerscheinungen erfolgt durch diese Instrumente ebenfalls. Da die Beobachtungen von Rebeur-Paschwitz wegen der ungünstigen, insbesondere durch die Temperatur beeinflußten Aufstellung seines Apparates zu keinem endgültigen Resultat führten, so wurde beschlossen, die Stationen in einem im Felsgerüste der Erdkruste abgeschlossenen, den Schwankungen der Temperatur möglichst wenig unterliegenden Raum einzurichten. In dem Wunsch der Kommission lag es ferner, die eine Station in der Nähe von Karlsruhe zu haben. Es wurde daher bestimmt, eine Station im Turmberg bei Durlach und die andere im Schloßberg bei Freiburg i. B. anzulegen. An beiden Orten waren entsprechende Räume bereits vorhanden, die allerdings für die Aufstellung der Instrumente noch adaptiert werden mußten; auch durfte erwartet werden, daß an beiden Orten für die Aufsicht und Wartung der Station geeignete Beobachter sich leicht werden finden lassen.

Für die Station in Durlach (Taf. 1) ist ein am Südwestabhang des Turmbergs gelegener, aus dem Mittelalter stammender Stollen benützt worden, welcher im Jahre 1899 von dem Vorstand des Altertumsvereins, Herrn Geh. Rat Wagner, wieder geöffnet und durchforscht worden war. Der untere vom Dürrbach ausgehende Teil des Stollens, der in sehr zerfallenem Zustand war, konnte zur Anlage der Entwässerung der Station nach dem Dürr-

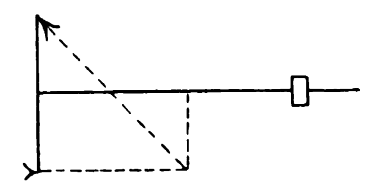
bach noch benützt werden. Zum Stollen selbst wurde ein besonderer Zugang mit Treppe erstellt unter Berücksichtigung der, durch die projektierten städtischen Straßenführungen künftigen Gestaltung des Geländes. Bei den weiteren Räumungsarbeiten zeigte es sich, daß der Stollen seine Richtung änderte und aus dem Turmberg wieder ausbog. Von dem Wendepunkt ab ist daher ein neuer Gang noch auf 7 m weiter in den Berg getrieben, und daran anschließend die von Südwest nach Nordost orientierte Kammer für die Aufnahme der Apparate aus dem Felsen ausgesprengt worden. Der Stollen und die Kammer liegen ganz im Buntsandstein, der vielfach von dünnen Lettenschichten durchzogen und stellenweise zerklüftet ist. Die Kammer ist 4 m lang, im Mittel 2,2 m breit und 1,8 m hoch und liegt 11,5 m unter der Oberfläche. An der nordöstlichen Schmalseite in einer 1,3 m tiefen und 1,4 m hohen Nische befindet sich der Horizontalpendelapparat auf einer ausgeebneten Felsbank aufgestellt. Ihm gegenüber auf einem 0,3 m hohen gemauerten Pfeiler von 1,9 m Länge und 0,6 m Breite steht der Registrierapparat und die Lampe. An der westlichen Wand hängt die Stationsuhr, neben ihr befindet sich Telephon und elektrischer Taster, ihr gegenüber stehen die beiden elektrischen Batterien. Zum Schutz gegen Tropfwasser ist längs der Decke in der Kammer und Nische ein Dach aus Zinkblech angebracht. Der Zugang ist an der Treppe oben und unten durch Türen abgeschlossen, vor der Kammer befindet sich nochmals ein Abschluß. Für die zur photographischen Registrierung nötige Lichtquelle mußte eine Verbindung mit der freien Luft hergestellt werden. Zu diesem Zweck wurde eine Rohrleitung vom Lampenzylinder längs des Zugangs angelegt, und in dieselbe vor der untern Treppentüre eine saugende Petroleumlampe eingesetzt. Von der Abzweigung vom alten Stollen ab ist dieser, soweit er noch in gutem Zustand war, ausgeräumt und an seinem Ende durch eine Mauer abgeschlossen worden, so daß er eventuell zur Aufstellung weiterer Instrumente benützt werden kann. Die Erstellung der Station am Fuß des Turmbergs war durch das sehr dankenswerte Entgegenkommen der Stadt Durlach erleichtert worden, indem die Stadtgemeinde das betreffende Grundstück auf und unter der Oberfläche dem Verein unentgeltlich zur freien Verfügung stellte, als auch die Station bezüglich ihres äußern Schutzes in Obhut nimmt. Die Bau-

kosten der Station belaufen sich inkl. der Vorarbeiten auf 5559,27 M.

In Freiburg bot der der Stadt gehörige nicht benützte Schloßbergkeller in seiner innersten, nordöstlich gelegenen Abteilung einen für die Aufnahme des Seismographen sehr geeigneten Raum, der nur eine geringe bauliche Adaptierung erforderte. Der ganz in Gneis gehauene gewölbartige Raum des Felsenkellers hat eine Fläche von 7 auf 8 m, ist im Scheitel 4 m hoch und mußte nur gegen die angrenzende Abteilung und gegen den Zugang durch Mauerwerk abgeschlossen werden. Tafel 2 zeigt in Grundriß und Durchschnitt die Anlage der Station. Der nahezu horizontale Zugang geht 47 m tief in den Berg und befindet sich der Boden des Beobachtungsraumes 23 m unter der Oberfläche. Für die Aufstellung des Pendelapparates wurde ein 1 qm großer, 0,60 m hoher, von Südwest nach Nordost orientierter Pfeiler aus Beton auf dem Gneis errichtet. Der aus Steinplatten bestehende Bodenbelag steht mit ihm nicht in unmittelbarer Berührung. Der Registrierapparat steht südwestlich gegenüber auf einem 1,5 m langen, 1,0 m breiten und 0,5 m hohen Steinpfeiler. Die Stationsuhr hängt an einem mit der neuen westlichen Abschlußwand verbundenen 0,8 m breiten Uhrenpfeiler, rechts davon befindet sich Telephon und Taster. Ein von der Decke an Ketten herabhängendes Blechdach schützt den Pendel- und Registrierapparat gegen herabtropfendes Wasser. Für die allgemeine Beleuchtung des Zugangs und des Beobachtungsraums sowie für die zur photographischen Registrierung notwendigen Lichtquelle konnte leicht an das Kabel des städtischen Elektrizitätswerkes angeschlossen werden, da von seiten der Stadtverwaltung die Verlegung des Kabels in der Schloßbergstraße aus Anlaß der Erstellung der Station erfolgt war. Der Errichtung der Station wurde seitens des Stadtrates auch insofern bereitwilligste Unterstützung geliehen, als der betreffende Raum des Schloßbergkellers vorerst auf fünf Jahre unentgeltlich zur Verfügung gestellt wurde, und das städtische Hochbauamt und Elektrizitätswerk mit der Überwachung und Ausführung der bezüglichen Arbeiten betraut werden konnte. Die bauliche Einrichtung der Station kostete 808,57 M., welche Summe das Großh. Ministerium der Justiz, des Kultus und Unterrichts der Erdbebenkommission gewährte.

3. Die Instrumente.

Die instrumentelle Ausrüstung ist auf beiden Stationen die gleiche und wurde im wesentlichen von R. Fechner, dem Mechaniker des Königl. Geodätischen Instituts in Potsdam, geliefert. Der Pendelapparat (Taf. 3, 4 u. 5) besteht aus zwei gleichen Horizontalpendeln, von denen das eine im Meridian, das andere in Ost-West steht. Die Pendel sind aus Messing 25 cm lang, sie schwingen um ihre nahezu vertikal stehende 12 cm lange Drehaxe und besitzen die Konstruktion nach Professor Hecker, d. h. von den Stahlspitzen, welche die Auflagerung der Drehaxe bilden, ist die Richtung der schräg gestellten oberen Spitze von der Lage des Pendelschwerpunkts abhängig, während die untere Spitze horizontal steht. (Siehe nebenstehende Figur.) Die Auflagerreaktionen sind dann immer senkrecht zu den aus Saphirflächen bestehenden Auflagern der Drehaxe. Durch möglichste Beseitigung der Reibung wird hierdurch ein besseres Funktionieren der Horizontalpendel erzielt.* Die Pendel sind am Ende der Pendelstange mit einem zylindrischen Pendelgewicht beschwert, das längs der Pendelstange verschoben werden kann und durch eine federnde Hülse in seiner Stellung festgehalten wird. Die Pendel können auch mit Dämpfung gebraucht werden. Nach Abnahme des Pendelgewichts wird zu diesem Zweck eine beim Gebrauch vertikal stehende 8 cm hohe doppelwandige Dämpfungsröhre auf die Stange soweit aufgeschoben, bis die an der Röhre angefeilte Nase in die Kerbvertiefung des an der Pendelstange festgeklemmten Anschlagrings gebracht ist. Durch ein auf die Pendelstange nahe der Drehaxe anzubringendes Gegengewicht bleibt die Lage des Pendelschwerpunktes auch bei Gebrauch der Dämpfung ungeändert. Die Dämpfungsröhre ist im Innern durch eine wagrecht eingezogene Lamelle in zwei gleiche Räume geteilt. Von außen wird die Röhre durch einen auf dem Pendelstuhl stehenden Mantel um-



* Hecker, Untersuchung von Horizontalpendel-Apparaten, Zeitschrift für Instrumentenkunde 1899 S. 261; und Hecker, Beitrag zur Theorie des Horizontalpendels, Zeitschrift für physikalische Erdkunde, Dr. Gerland's Beiträge zur Geophysik IV. Band.

schlossen, der dem Pendel hinreichenden Spielraum in seiner Bewegung gewährt. Von unten sowohl als auch von oben greifen in die doppelwandige Röhre entsprechende Zylinder ein, die auf dem Pendelstuhl bezüglich auf dem genannten Mantel ruhen. Auf Tafel 3 sind beide Pendel mit dem die Dämpfung umgebenden Mantel dargestellt. Um die Ruhelage des Pendels bezüglich einer mittleren Lage zu berichtigen, kann der Pendelstuhl, der die Stahlspitzen der Pendelaxe trägt, mittelst Schraube an der Grundplatte geneigt werden; ferner ruht die obere Stahlspitze in einem um eine horizontale Axe drehbaren Lagerbock mit Gradbogen. Mit diesem kann die Spitze nach dem Schnittpunkt gerichtet werden, in welchem die Vertikale durch den Pendelschwerpunkt die Horizontale durch die untere Spitze trifft; durch Verschieben der unteren, horizontalen Spitze in ihrem Lager kann die Drehaxe mehr oder minder geneigt, und dadurch die Schwingungsdauer der Horizontalpendel geändert werden. Ein zylindrisches Gehäuse, das auf der eiserne Grundplatte aufsitzt und oben mit einer Glasplatte abgedeckt ist, schützt die Pendel nach außen gegen Luftbewegungen etc. (Taf. 4.)

Die Bewegungen der Pendel werden auf einem gegenüberstehenden Registrierapparat photographisch aufgezeichnet. Zu dem Zweck reflektiert ein am Pendel angebrachter Spiegel, dessen Ebene durch die Drehaxe des Pendels geht, die von einer Lichtquelle auf ihn treffenden Strahlen nach der Vorderfläche einer 40 cm langen Walze. Diese ist mit lichtempfindlichem Papier überzogen und wird mittels Uhrwerk um eine horizontale Axe gedreht. Die von dem beleuchteten Spalt der Lichtquelle ausgehenden Strahlen vereinigen sich auf der Walze zu einem möglichst kleinen Lichtpunkt. Es wird dies durch die im Gehäuse vor jedem Pendel angebrachte Konvexlinse und durch die vor der Walze stehende Zylinderlinse erzielt. Die richtige Lage der Lichtpunkte auf der Walze wird durch Drehen und Neigen eines totalreflektierenden Glasprismas bewirkt, das vor jedem Pendelspiegel angeordnet ist. Das Drehen dieses Prismas kann aus größerer Entfernung mittels Stange und Schlüssel vorgenommen werden; ebenso kann auch aus größerer Entfernung mittels Gummiball und Rohr, das in eine Öffnung eines Ständers seitlich der Pendelspitze ausläuft, jedes Pendel angeblasen und die Lichtpunkte in Bewegung gebracht werden. Außer den beiden Licht-

punkten der Pendel zeichnen noch zwei weitere Lichtpunkte, die von zwei auf der Grundplatte des Pendelapparats übereinanderstehenden festen Spiegeln kommen, zwei Basislinien auf der Walze auf. Zu diesen Basisspiegeln gehört die mittlere Konvexlinse des Gehäuses.

Eine kleine gegenseitige Verdrehung der Basisspiegel bewirkt, daß die auf der Walze registrierten Pendelkurven von den Basislinien umschlossen werden. Die Anordnung der Aufstellung zeigt Taf. 5. Das Räderwerk des die Walze treibenden Uhrwerkes ist für drei Geschwindigkeiten eingerichtet, bei welchen der Weg eines Punktes des Walzenumfangs, d. i. die Registriergeschwindigkeit $\frac{14}{3}$ cm bezgl. 14 cm bezgl. $3 \cdot 14$ cm in der Stunde beträgt. Infolge des Unterschiedes der optischen und photographischen Brennweite der Linsen steht die zur Seite der Walze sich befindliche Lichtquelle etwas hinter der Walzenvorderfläche zurück. Die Lichtquelle sitzt auf einem Schlitten, der nach jeder ganzen Walzenumdrehung sich etwas verschiebt. Durch einen an der Walze seitlich angebrachten Kontakt erfolgt nämlich der Stromschluß für den unter der Lampe befindlichen Elektromagneten, wodurch dann das Auslösen einer Sperrklinke und die momentane Vorwärtsbewegung der durch ein Gewicht gezogenen Lampe bis zum nächsten Sperrzahn bewirkt wird. Die Aufzeichnungen für die aufeinander folgenden Umdrehungen ergeben sich auf diese Weise in parallelen 8 mm von einander entfernten Linien. In der Durlacher Station wird eine Benzinlampe, in Freiburg, wo elektrische Beleuchtung im Beobachtungsraum installiert ist, ein Nernstbrenner als Lichtquelle benützt. Für die Zeitmarkierung befindet sich in jeder Station eine von F. L. Löbner in Berlin bezogene Sekundenpendeluhr mit Lenzkircher Werk und Rieflerschem Nickelstahlpendel. Mittels eines in der Uhr angebrachten elektrischen Kontaktes wird der Lichtspalt bei jeder vollen Stunde durch einen vortretenden Schirm auf einige Sekunden abgeblendet, wodurch die photographische Registrierung unterbrochen und die einzelnen Stunden auf den registrierten Linien markiert werden. Die Einrichtung ist so getroffen, daß die Dauer der Abblendung, die zurzeit auf 15 sec. gestellt ist, geändert und bis auf 4 sec. verkürzt werden kann; auch kann der Kontakt halbstündig und auch viertelstündig eingestellt werden. Zur Ermittlung des Uhr-

standes sind die beiden Stationen an das Telephonnetz angeschlossen, und kann jede Uhr mittels Signaltaster mit den Uhren des geodätischen Institutes der Technischen Hochschule auf dem Chronographen verglichen werden. Um die Instrumente gegen Feuchtigkeit zu schützen, befinden sich der Pendel- und Registrierapparat sowie die Lampe zusammen in einem 4,2 m langen und 0,6 m hohen aus vier Teilen bestehenden Glaskasten. Die einzelnen Teile sowie die verschiedenen Türen sind durch Gummizwischenlagen hinreichend gedichtet. Ebenso ist das Uhrgehäuse nochmals mit einem Glaskasten überdeckt und dieser gegen die Wand durch Steinschrauben und zwischenliegenden Gummistreifen fest aufgepreßt. Im Innern dieser beiden Glaskasten sind Schalen und Gläser mit Chlorkalcium; Lambrechtsche Hygrometer lassen darin den jeweiligen Feuchtigkeitszustand erkennen. Zur Registrierung der Temperatur und Feuchtigkeit im Beobachtungsraum dienen ein Thermograph und ein Hygrograph von Richard.

Da die Instrumente bereits im Herbst 1904 geliefert waren, so wurden sie bis zur Fertigstellung der Stationen im Aulakeller der Technischen Hochschule provisorisch aufgestellt, um die photographische Registrierung probeweise insbesondere bezüglich der Feinheit ihrer Linien vorzunehmen. Zur Untersuchung, inwieweit die vier Pendel einander gleich sind, und auch behufs Verwendung der Werte bei der Bearbeitung der künftigen Aufzeichnungen sind die Konstanten der Pendel, wie Gewicht, Trägheitsmomente, Schwerpunktslage und Lage des Schwingungs- oder Stoßmittelpunkts, bestimmt worden. Zu diesem Zweck wurden die Pendel und ihre zugehörigen Teile gewogen, sowie ihre Schwingungsdauer bei vertikaler Aufhängung beobachtet. Hiefür konnten die Pendel, welche in ihrer Drehaxe noch zwei besondere ebene Saphierflächen für vertikale Aufhängung besitzen, auf die Spitzen eines Gestells aufgehängt werden. Die eine dieser beiden Spitzen ist seitlich und in der Höhe verstellbar. Das Gestell war bei diesen Beobachtungen auf einem Pfeiler im Uhrkeller aufgegipst und die gleiche Höhenlage der beiden Spitzen mit Hülfe eines gegenübergestellten Theodolits kontrolliert worden. Die Schwingungsdauer wurde dann bestimmt sowohl für verschiedene Stellungen des Pendelgewichtes als auch bei Aufsetzung der Dämpfungsröhre mit ihrem zugehörigen Gegengewicht. Die Stellungen des Pendelgewichtes waren durch

Striche auf der Pendelstange markiert worden, deren Abstände auf dem Komparator gemessen wurden.

Die vier Pendel sind mit 1, 2, 3, 4 bezeichnet, Pendel 1 und 3 gehören zum Apparat I in Freiburg mit Stationsuhr Löbner 356 und Pendel 2 und 4 zum Apparat II in Durlach mit Stationsuhr Löbner 357. Die Pendel 1 und 2 stehen im Meridian, Pendel 3 und 4 in ost-westlicher Richtung.

Die Wägungen auf der Wage No. 4 des Großh. Obereichungsamts ergaben nach der Schwingungsmethode (1905 Mai 3., 4. und 6.) für das Gewicht

	Apparat I		Apparat II	
	Pendel 1	Pendel 3	Pendel 2	Pendel 4
	gr	gr	gr	gr
der Pendelstange	51,043	52,006	52,053	50,240
des zylindr. Pendelgewichts .	38,532	38,244	39,426	38,402
der Dämpfungsröhre . . .	90,916	88,886	96,173	92,472
des zur Dämpfung gehörigen Gegengewichts	35,252	35,057	34,603	34,893

Es beträgt daher das Gewicht des ungedämpften Pendels

für	Pendel 1	Pendel 3	Pendel 2	Pendel 4
	gr	gr	gr	gr
	89,575	90,250	91,479	88,642

und bei Anwendung der Dämpfung

gr	gr	gr	gr
177,211	145,949	182,829	177,605

Für die Bestimmung der Schwingungsperiode (d. i. doppelte Schwingungsdauer) war der Spiegel des vertikal aufgehängten Pendels beleuchtet, und ihm gegenüber in 2,5 m Entfernung ein Schirm aus Karton aufgestellt worden, auf dem eine Linie gezogen war. Aus der auf dem Chronographen registrierten Zeit, die zwischen einer größeren Anzahl von (durchschnittlich 200) gleichgerichteten Durchgängen des vom Spiegel reflektierten Lichtscheins durch die schwarze Linie verfloß, wurde die Dauer einer Schwingungsperiode abgeleitet. Das Vielfache der Schwingungsperiode ist sowohl für die unbelastete Pendelstange, als für verschiedenen Stellungen des Pendelgewichtes, sowie auch bei Aufbringung der Dämpfungsvorrichtung mehrmals von zwei ver-

schiedenen Beobachtern bestimmt worden. Der Schwingungsbogen betrug hierbei ungefähr 2°.

Für die unbelastete Pendelstange wurde die Schwingungsperiode ermittelt bei

	Pendel 1	Pendel 3	Pendel 2	Pendel 4
	(1905: Novbr. 7.)		(1905: Mai 25.)	
	sec.	sec.	sec.	sec.
zu	0,8232	0,8246	0,8218	0,8289.

Bei den Pendeln 1 und 3 wurde für 5 Stellungen des Pendelgewichtes entsprechend den Marken 4, 3a, 3, 2 und 1, bei den Pendeln 2 und 4 für 4 Marken 4, 3, 2 und 1 die Schwingungsperiode bestimmt. Die Marke 1 liegt der Pendelspitze, Marke 4 der Pendelaxe am nächsten, und die Marke 2 gibt die Lage des Pendelgewichtes an bei der Aufstellung als Horizontalpendel.

Die Messung der Markenabstände von der Marke 4 ergab bei

	Pendel 1	Pendel 3	Pendel 2	Pendel 4
	cm	cm	cm	cm
Marke 4 . .	0,00	0.00	0,00	0,00
„ 3a . .	3,01	2,99	—	—
„ 3 . .	6,03	6,01	5,99	6,03
„ 2 . .	13,72	13,63	13,68	13,72
„ 1 . .	15,96	15,79	15,93	15,98
Pendelspitze . .	19,3	19.3	19,3	19,3

In der letzten Zeile ist die Entfernung der Marke 4 von der Mitte der in eine abgeschrägte Schneide auslaufenden Pendelspitze angegeben.

Die Schwingungsperiode für die verschiedenen Stellungen des Pendelgewichtes wurde nun erhalten bei

	Pendel 1	Pendel 3	Pendel 2	Pendel 4
	1904 Dezbr. 1. und 1905 Novbr. 7.		1904 Dezbr. 10. und 1905 Mai 25.	
	sec.	sec.	sec.	sec.
für Marke 4	0,6818	0,6843	0,6797	0,6848
„ „ 3a	0,7071	0,7095	—	—
„ „ 3	0,7500	0.7528	0,7475	0,7526
„ „ 2	0,8861	0,8859	0,8848	0,8864
„ „ 1	0.9272	0,9256	0.9266	0,9287

Die Schwingungsperiode bei Aufsetzung der Dämpfungsröhre mit zugehörigem Gegengewicht (**gedämpftes Pendel**) ergab sich bei

	Pendel 1	Pendel 3	Pendel 2	Pendel 4
	1904 Dezbr. 1.		1904 Dezbr. 1.	
	sec.	sec.	sec.	sec.
zu	0,8517	0,8569	0,8517	0,8553

Aus allen Beobachtungen berechnet sich der mittlere Beobachtungsfehler der 200fachen Schwingungsperiode zu $\mp 0{,}09$ sec. Es wird daher der mittlere Fehler einer Schwingungsperiode $= \mp 0{,}00045$ sec. und der mittlere Fehler des Mittels aus den Beobachtungen zweier Beobachter $= \mp 0{,}00032$.

Der Bestimmung der Trägheitsmomente und der Schwerpunktslagen liegt der bekannte Ausdruck

$$\frac{T^2}{4\pi^2} g = \frac{m_1 (k_1^2 + h_1^2) + m_2 (k_2^2 + h_2^2)}{m_1 h_1 + m_2 h_2} \; . \; . \; . \; (1)$$

zu Grund . . . (1).

Hierin bedeuten:

T die Schwingungsperiode,

g die Intensität der Schwerkraft ($980{,}982 \frac{\text{cm}}{\text{sec.}^2}$ Pendelkeller der Techn. Hochschule),

m_1 bezgl. m_2 die Masse der unbelasteten Pendelstange bezgl. die Masse des Pendelgewichts,

k_1 bezgl. k_2 den Trägheitsradius der unbelasteten Pendelstange bezgl. des Pendelgewichts bezogen auf ihre bezüglichen Schwerpunkte und parallel der Drehaxe des Pendels.

h_1 bezgl. h_2 den Abstand des Schwerpunkts der unbelasteten Pendelstange bezgl. des Pendelgewichts von der Drehaxe des Pendels.

Die Bestimmung der vier Größen $k_1\, h_1\, k_2\, h_2$ setzt 4 Beobachtungen T voraus. Setzt man für 3 Beobachtungen, bei welchen das Pendelgewicht die Stellungen h_2 (Marke 4), $h_2 + a$ (Marke 3) und $h_2 + b$ (Marke 1) hat, und wobei a und b seine aus dem Markenabstand bekannten Verschiebungen sind

$$\frac{T_1^2}{4\pi^2} g = A, \quad \frac{T_2^2}{4\pi^2} g = B, \quad \frac{T_3^2}{4\pi^2} g = C$$

und nimmt als vierte

$$\frac{T_4^2}{4\pi_2} g = D$$

die Beobachtung der unbelasteten Pendelstange hinzu, für welche in obigem Ausdruck (1) $m_2 = o$ zu setzen ist, so erhält man aus folgenden vier Gleichungen ihrer Reihe nach die vier Unbekannten h_1, k_1^2, k_2^2 und h_2

$$\frac{m_1}{m_2}\left(\frac{B-A}{A-B+2a} - \frac{C-A}{A-C+2b}\right) h_1 = \frac{C\left(b+\frac{A}{2}\right) - \left(b+\frac{A}{2}\right)^2 - \frac{A^2}{4}}{A-C+2b} - \frac{B\left(a+\frac{A}{2}\right) - \left(a+\frac{A}{2}\right)^2 - \frac{A^2}{4}}{A-B+2a}$$

$$k_1^2 = h_1 (D - h_1)$$

$$k_2^2 = \frac{m_1}{m_2}(A-D) h_1 + \frac{A^2}{4} - \left\{\frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{B-A}{A-B+2a} \cdot h_1 + \frac{B\left(a+\frac{A}{2}\right) - \left(a+\frac{A}{2}\right)^2 - \frac{A^2}{4}}{A-B+2a}\right\}^2$$

$$h_2 = \frac{A}{2} + \sqrt{\frac{m_1}{m_2}(A-D) h_1 + \frac{A^2}{4} - k_2}.$$

Die berechneten Werte sind nachstehend zusammengestellt.

	Pendel 1	Pendel 3	Pendel 2	Pendel 4
h_1	4,23 cm	4,41 cm	3,95 cm	4,46 cm
k^2_1	53,31 cm²	55,04 cm²	50,65 cm²	56,22 cm²
h_2 (Marke 4)	6,38 cm	6,61 cm	6,25 cm	6,50 cm
k^2_2	3,38 cm²	1,70 cm²	5,07 cm²	1,91 cm²

Die Einsetzung dieser Werte in die analoge Gleichung (1), welche bei Pendel 1 und 3 für die Stellung des Pendelgewichts auf Marke 2 und 3a bezüglich bei Pendel 2 und 4 auf die Marke 2 noch gilt, gibt zunächst eine Kontrolle für die Rechnung. Diese ergab für

	Marke 2		Marke 3a	
	beobachtet	berechnet	beobachtet	berechnet
bei Pendel 1	19,510	19,528	12,424	12,436
„ „ 3	19,502	19,536	12,508	12 512
„ „ 2	19,453	19,473	—	—
„ „ 4	19,524	19,584	—	—

Zur weiteren Beurteilung der Genauigkeit, mit der auf diese Weise die obigen und die noch zu berechnenden Größen ermittelt werden, sind alle auf das Pendel 1 sich beziehenden Beobachtungen der Schwingungsdauer, der Wägung und der Verschiebung des Pendelgewichts einer strengen Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate unterworfen worden. Die Ausgleichung ergab für h_1, h_2, $k^2{}_1$, $k^2{}_2$ des Pendels 1 Verbesserungen, die kaum von dem mittleren Fehler ihrer Bestimmung verschieden sind. Im einzelnen werden die mittleren Fehler in den Schwerpunktsabständen h_1 bezgl. h_2 gleich $\mp$ 0,11 cm bezgl. $\mp$ 0,05 cm und in $k^2{}_1$ bezgl. $k^2{}_2$ gleich $\mp$ 0,89 cm² bezgl. $\mp$ 0,81 cm². Es wurden ferner die mittleren Beobachtungsfehler erhalten für die Wägung zu $\mp$ 0,014 gr, für die Verschiebung des Pendelgewichtes zu $\mp$ 0,025 cm und für die Schwingungsperiode zu $\mp$ 0,02 sec. Da hier in den Beobachtungen der Schwingungsperiode neben der inneren Übereinstimmung wiederholter Beobachtungen noch andere Fehlerquellen in Betracht kommen, so ist der Unterschied dieses mittleren Fehlers mit seinem Werte auf S. 38 sowie der Betrag des m. F. in der Wägung nicht weiter auffallend.

Berechnet man nunmehr für die Einstellung des Pendelgewichtes auf Marke 2 (Aufstellung als ungedämpftes Horizontalpendel) den Abstand S des Schwerpunkts des Pendels von der Masse $M = m_1 + m_2$, sowie die Lage L des Schwingungsmittelpunktes, ferner das statische Moment $M.S$ und das Trägheitsmoment Θ, alles bezogen auf die Drehaxe, so ergeben sich bei ungedämpftem Pendel folgende Werte für

	S	L	M	$M.S$	Θ
	cm	cm	gr	gr cm	gr cm²
Pendel 1 . . .	11,05	19,51	89,58	990,2	19 319
Pendel 3 . . .	11,12	19,50	90,25	1003,2	19 565
Pendel 2 . . .	10,83	19,45	91,48	991,2	19 281
Pendel 4 . . .	11,28	19,52	88,64	1000,3	19 530
mittl. Fehler =	$\mp$ 0,19	$\mp$ 0,01	$\mp$ 0,02	$\mp$ 6,0	$\mp$ 892

In dieser Zusammenstellung sind die Werte für M von S. 36 nochmals aufgenommen worden und ist in der letzten Zeile der mittlere Fehler für die auf das Pendel 1 bezüglichen Werte, wie sie sich vor ihrer Ausgleichung unmittelbar aus den Beobachtungen berechnen, beigefügt. Den auf die andern Pendel bezüglichen Werten darf wohl derselbe Genauigkeitsgrad zuerkannt werden, da sie auf gleiche Weise mit derselben Sorgfalt bestimmt worden sind.

Unter der Annahme, daß bei Aufbringung der Dämpfungsröhre und ihres zugehörigen Gegengewichts die Lage des Pendelschwerpunktes sich nicht ändert, ergeben sich für die gleichen Größen wie oben die folgenden Werte bei gedämpftem Pendel:

	S	L	M	$M.S$	Θ
	cm	cm	gr	gr cm	gr cm
Pendel 1	11,05	18,03	177,21	1958,2	35 299
Pendel 3	11,12	18,25	175,95	1956,6	35 700
Pendel 2	10,83	18,03	182,83	1980,0	35 691
Pendel 4	11,28	18,18	177,61	2003,4	36 418

Aus diesen beiden Zusammenstellungen ist ersichtlich, daß bezüglich der darin enthaltenen Größen die vier Pendel hinreichend übereinstimmen. Da auch ihre Aufhängung vollständig gleich und besondere Sorgfalt genommen ist, daß die Reibung des Gehänges auf den Spitzen überall gleich wird, so darf man erwarten, daß gleichartige Erscheinungen von den Pendeln auch in gleicher Weise registriert werden. Inwieweit dies tatsächlich der Fall ist, zeigen die beiden in ihrer wirklichen Größe wiedergegebenen Seismogramme auf Seite 43, welche in Durlach und Freiburg vom Fernbeben am 21. Januar 1906 um 14^h bis 17^h GrZ. erhalten worden sind. Der übereinstimmende Eintritt von gleichen Phasen ist bei beiden Seismogrammen leicht zu erkennen. Die größere Amplitude des Freiburger Ost-Westpendels 3 gegenüber dem Durlacher Pendel 4 erklärt sich leicht daraus, daß in Freiburg das Pendel 1 fast ruhig blieb, die Erdbebenwellen also in meridionaler Richtung gingen, während in Durlach außer Pendel 4 auch das Nord-Süd-Pendel 2 die Wellen anzeigte; die Richtung der Erdbebenwellen ist daher in Durlach gegen den Meridian geneigt. Ob diese Verschiedenheit der Richtung von der Aufstellung der

Seismographen auf Gneis in Freiburg und auf Buntsandstein in Durlach herrührt, müssen künftige Beobachtungen darüber Aufschluß geben.

Die Wirkungsweise der Horizontalseismographen,* zu denen auch die Horizontalpendel gehören, wird hauptsächlich durch zwei Konstanten charakterisiert, und zwar durch die Vergrößerung, mit der sie die horizontalen Verschiebungen wiedergeben, sowie durch die Empfindlichkeit gegen dauernde Neigungen. Die Vergrößerung V ist das Verhältnis der Länge I des Indikators zur mathematischen Pendellänge L. Bei photographischer Registrierung wird die Indikatorlänge dargestellt durch die Summe aus den Entfernungen des Lichtspaltes und des registrierenden Lichtpunktes vom Pendelspiegel. Die Neigungsempfindlichkeit hängt von der Größe der Schwingungsperiode des Horizontalpendels ab. Wird die der Schwingungsperiode entsprechende äquivalente Pendellänge mit $\mathfrak{L}$ bezeichnet, so wird die äquivalente Indicatorlänge $\mathfrak{J} = V \cdot \mathfrak{L}$. Durch diese als auch durch den Ausschlag für eine Bogensecunde $E = \frac{\mathfrak{J}}{206265}$ wird die Empfindlichkeit des Horizontalpendels für statische Neigungsänderung angegeben.

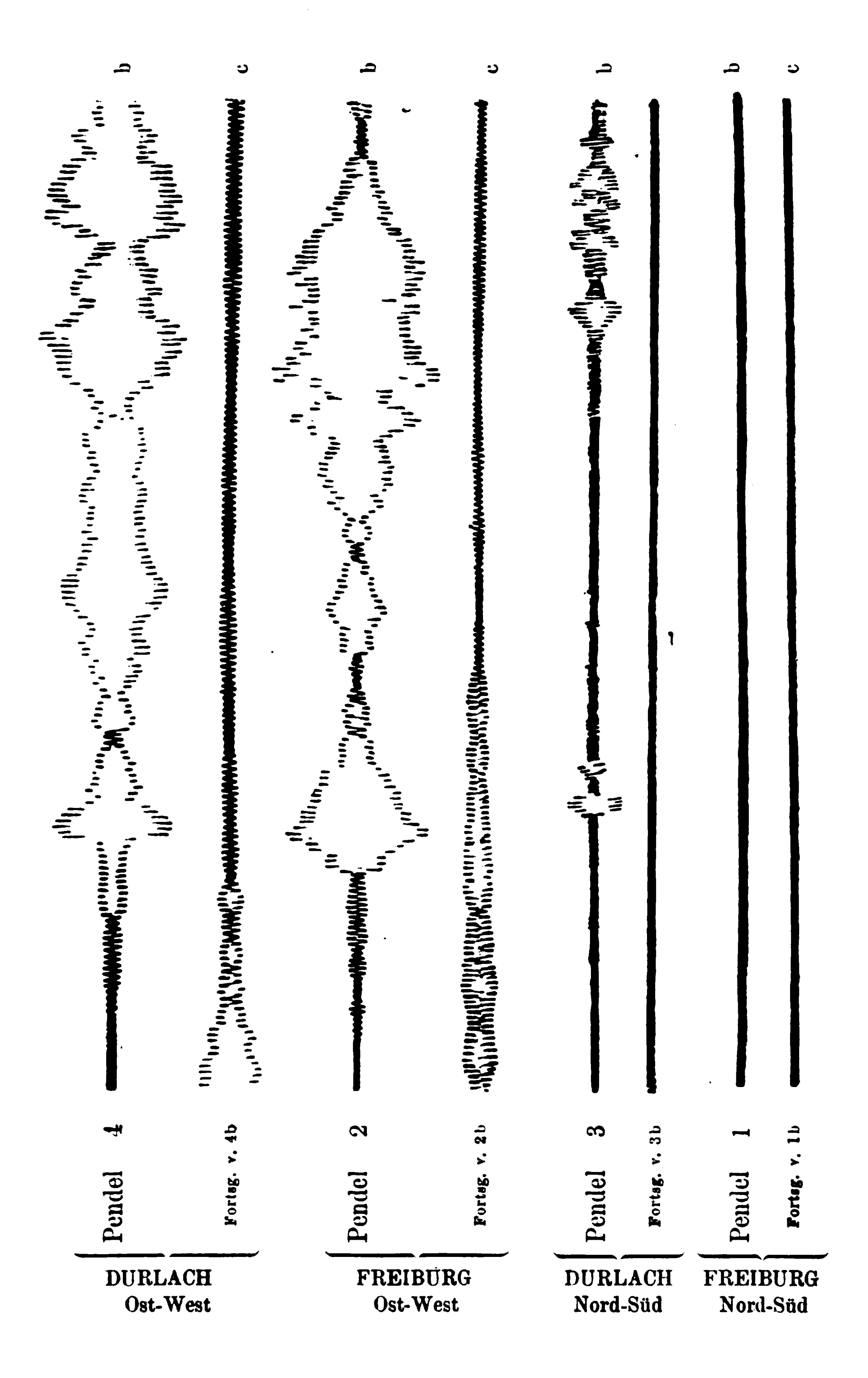
Der Weg des Lichtstrahls vom Lichtspalt bis zum Pendelspiegel beträgt in Durlach 330,6 cm bezgl. in Freiburg 337,3 cm und vom Pendelspiegel bis zur Vorderfläche der Registrierwalze in Durlach 308,6 bezügl. in Freiburg 308,1. Die Indikatorlänge ist daher in Durlach $I = 639,2$ cm bezgl. in Freiburg $I = 645,4$ cm. Der Unterschied von 6,2 cm ist weiter von keiner Bedeutung in V und $\mathfrak{J}$. Die vier Horizontalpendel werden möglichst auf eine Schwingungsperiode von 30 sec. eingestellt, was einer äquivalenten Pendellänge $\mathfrak{L} = \frac{30^2}{4\pi^2} \cdot g = 22360$ cm entspricht.

Für das ungedämpfte Pendel ist auf beiden Stationen $L = 19,5$ cm und man erhält

$$V = \frac{I}{\mathfrak{L}} = 33 \text{ und } \mathfrak{J} = V \cdot \mathfrak{L} = 737\,880 \text{ cm oder } E = 3,6 \text{ cm.}$$

Für das gedämpfte Pendel ist auf beiden Stationen $L = 18,1$ cm und es wird

* E. Wiechert, Theorie der automatischen Seismographen. Abhdl. d. K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, Math.-Phys. Kl. Neue Folge Band II, No. 1. Berlin 1903.



Pendel 4
Fortsg. v. 4b
Pendel 2
Fortsg. v. 2b
Pendel 3
Fortsg. v. 3b
Pendel 1
Fortsg. v. 1b
DURLACH
Ost-West
FREIBURG
Ost-West
DURLACH
Nord-Süd
FREIBURG
Nord-Süd

$V = \frac{I}{\mathfrak{L}} = 36$ und $\mathfrak{J} = V \cdot \mathfrak{L} = 804\,960$ cm oder E = 3,9 cm.

Die geographische Lage der beiden Seismographen ist durch geometrische Aufnahme der Pendelpfeiler in die Katasterpläne bestimmt worden als auch wurde ihre Höhe über Normal-Null durch Anschluß an das badische Hauptnivellement ermittelt. Aus den Katasterplänen wurden die rechtwinkligen Koordinaten abgegriffen und aus diesen und der geographischen Lage des Mannheimer Nullpunkts (49° 29′ 10.″91 Breite und 8° 27′ 36.″80 Länge östl. Grenw.) ergibt sich für den

Seismograph in Durlach geograph. Breite = 48° 59′ 45.″6,
„ Länge = 8° 28′ 55.″2, östl. Gr.
Höhe = 127.m48 + N.N.

„ „ Freiburg geograph. Breite = 47° 59′ 46.″4,
„ Länge = 7° 51″ 34.″8, östl. Gr.
Höhe = 278.m93 + N.N.

* *

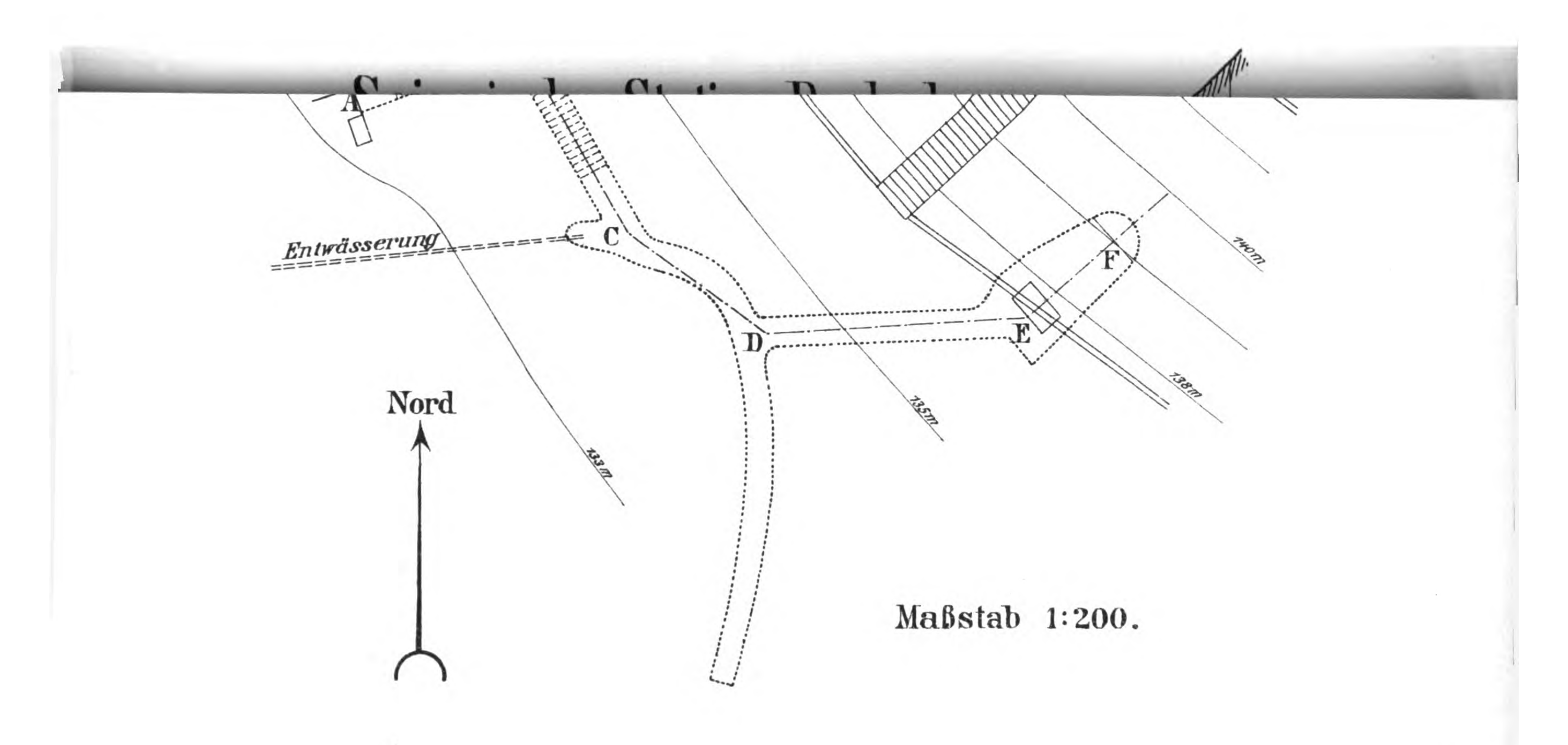
*

Die Kosten der instrumentellen Ausrüstung der Stationen einschließlich der speziellen Adaptierung betragen in Durlach M. 3305,16 und in Freiburg M. 3338,87. Insbesondere kosteten

der Horizontalpendelapparat mit 2 Komponenten und Dämpfungseinrichtung	940,— M.
der Registrierapparat	800,— „
die Spaltlampe	225,— „
die Secundenpendeluhr	355,— „
die Glaskästen über die Uhr und den Seismograph .	446,46 „
der Thermograph und Hygrograph je	100,— „

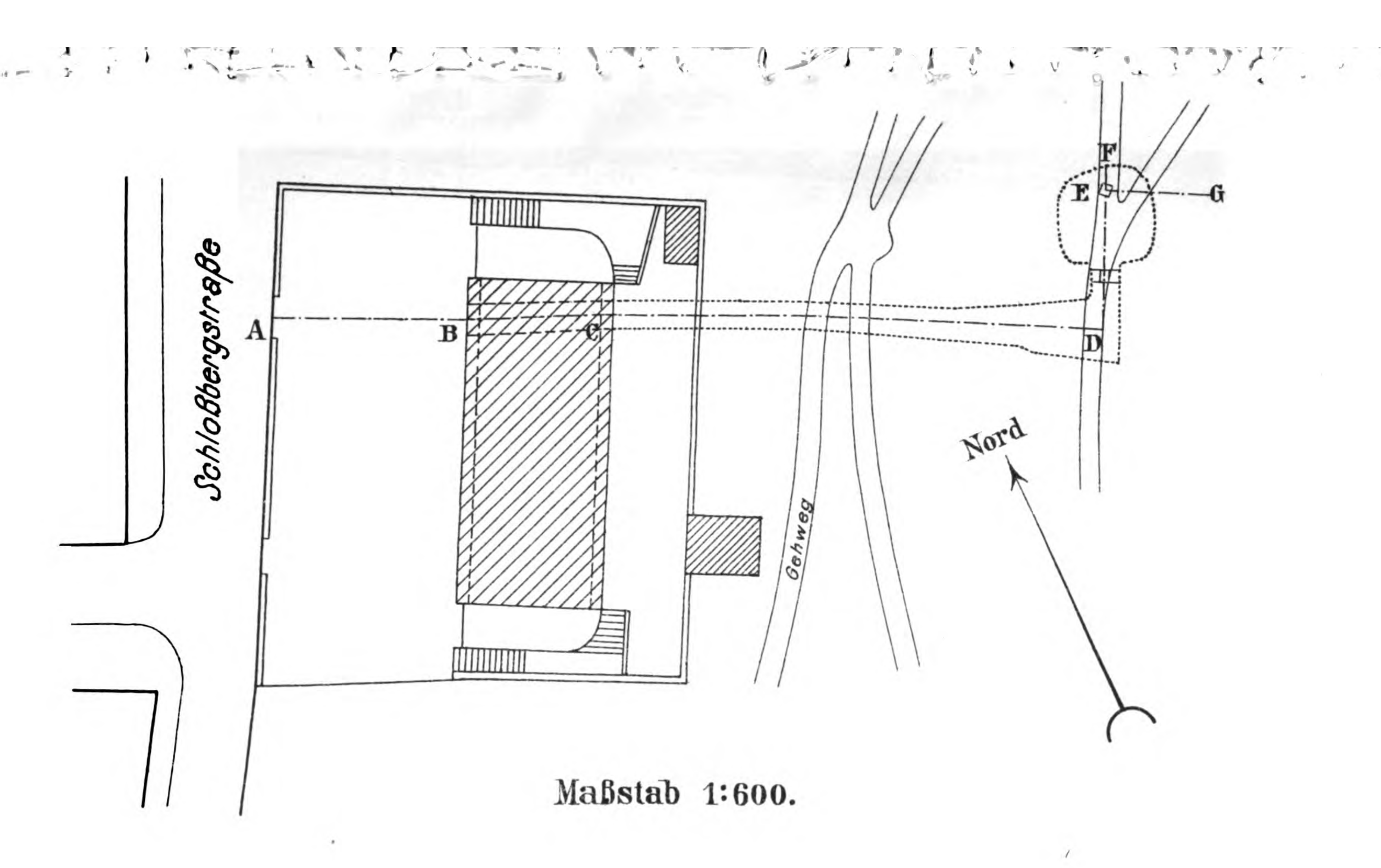
Einschließlich der baulichen Herstellung erforderte daher die Errichtung der Station in Durlach M. 8864,43 und jener in Freiburg M. 4147,44, zusammen also M. 13011,87. Hiervon ist aus den Mitteln des Naturwissenschaftlichen Vereins die Summe von 12203,30 M. bestritten worden; außerdem wurde aus Vereinsmitteln für die Einrichtung zur Untersuchung der Pendel und für den Betrieb bis Ende 1905 der Betrag von M. 852,09 aufgewendet.

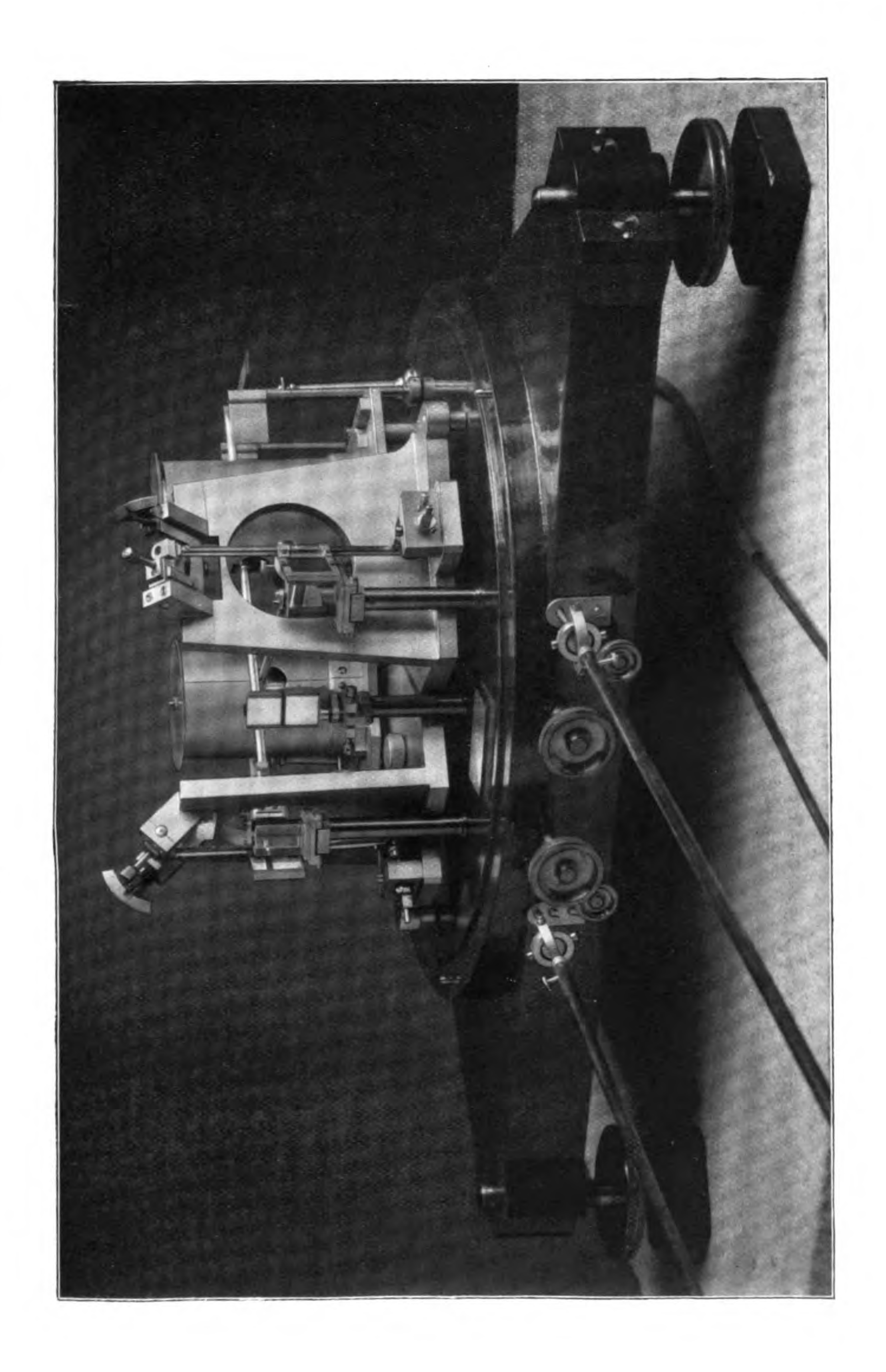
Die Errichtung der beiden Erdbebenstationen bedeutet einen wesentlichen Fortschritt für die seismische Forschung in Baden, und werden die vorliegende Untersuchung der Instrumente und die ermittelten Zahlenwerte ihre Verwertung späterhin finden. Neben dieser auf instrumenteller Grundlage beruhenden Forschung möge aber nicht die bisherige Tätigkeit der Erdbebenkommission vernachlässigt werden, die unter anderem auf die Ermittlung der Epizentren der hier fühlbaren Erdbeben hinzielt, umsomehr, als diese Tätigkeit jetzt durch die seismischen Stationen Unterstützung findet. Es dürfte sich hiefür noch empfehlen und es wäre sehr dankbar zu begrüßen, wenn wie früher die bewährte Mitwirkung des Zentralbureaus für Meteorologie und Hydrographie wieder gewonnen werden könnte.


A
C
D
E
F
Entwässerung
133 m
135 m
138 m
140 m
Nord
Maßstab 1:200.

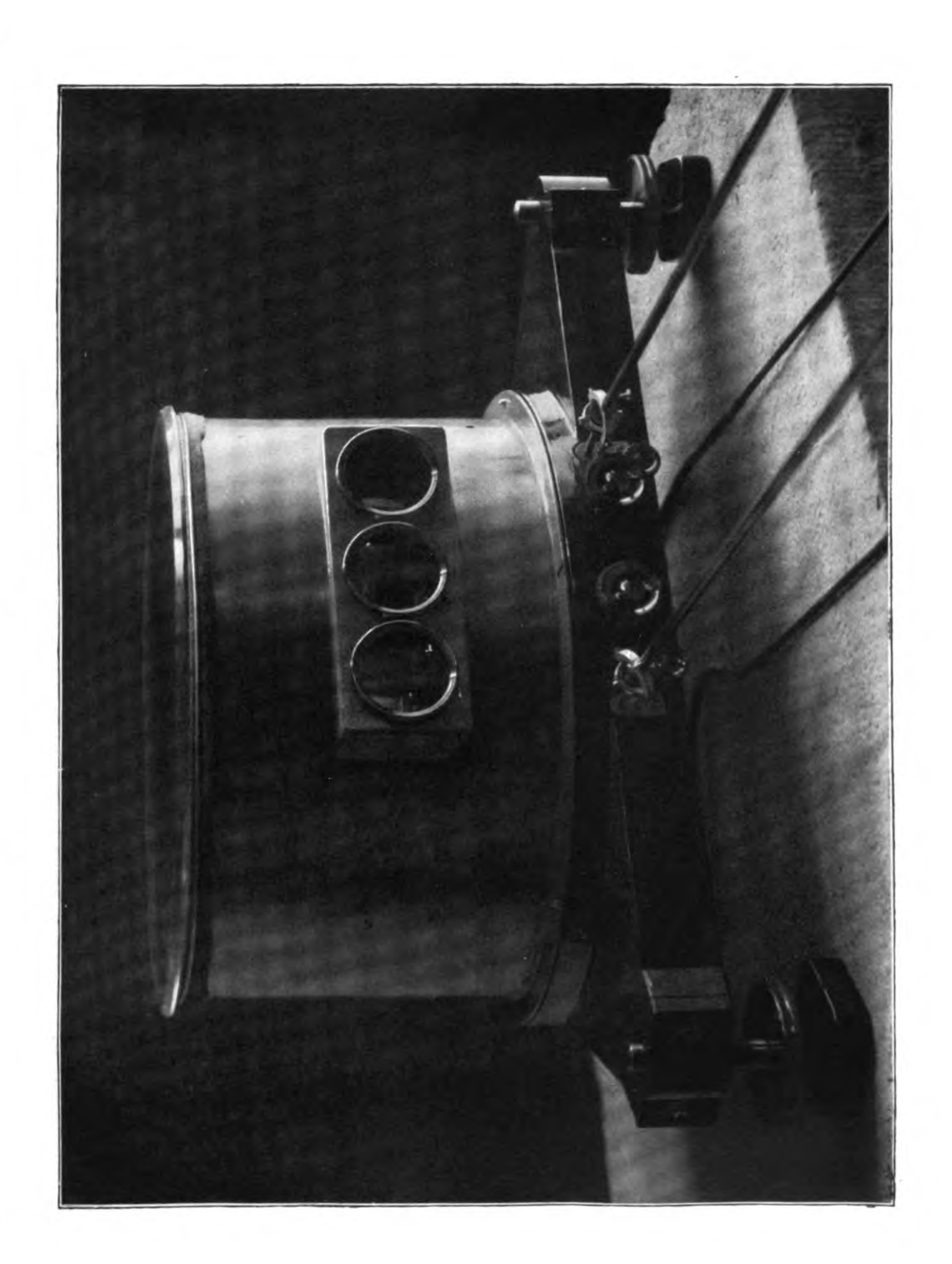
Seismische Station Freiburg.

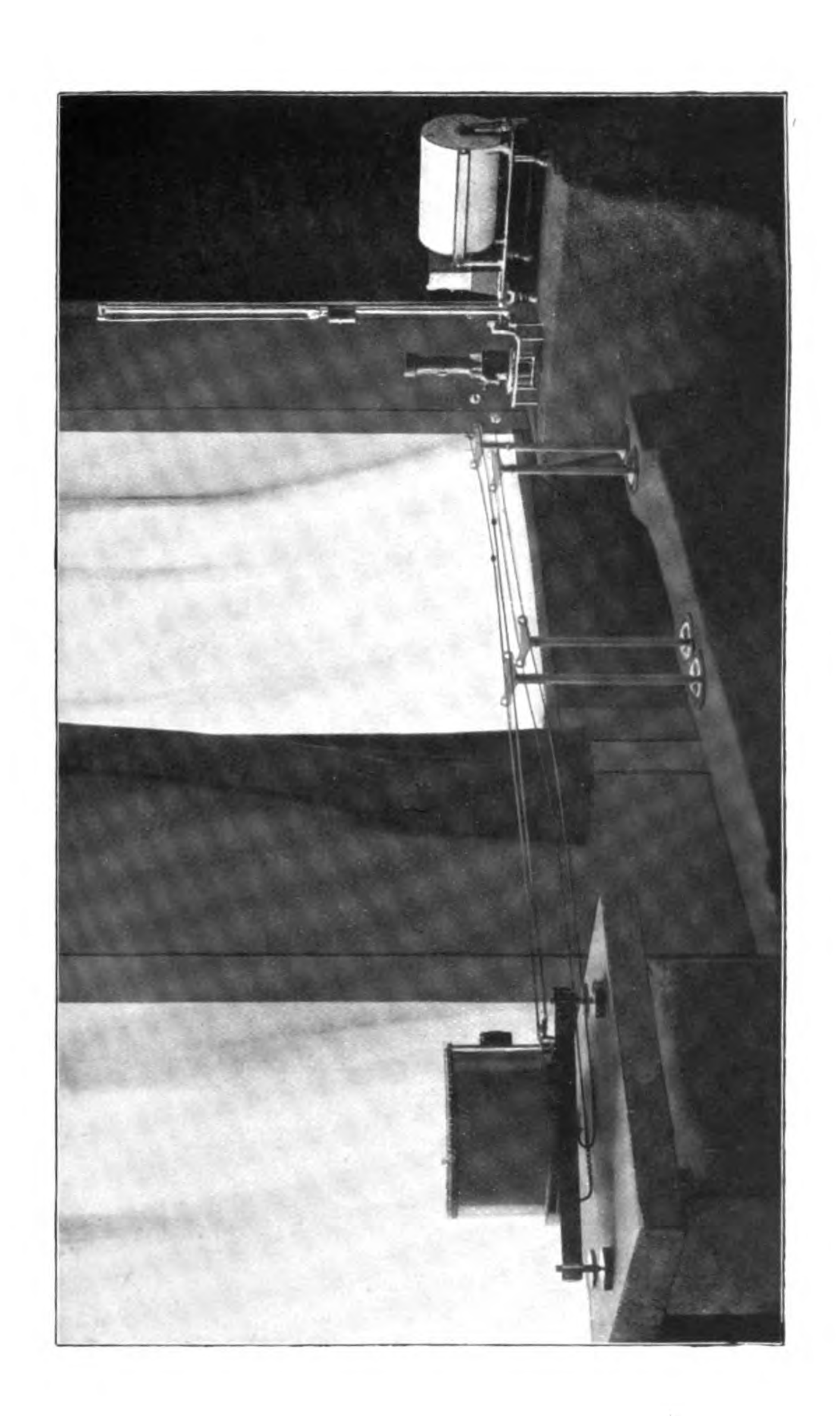
Maßstab der Längen 1:600.
" " Höhen 1:300.


Schloßbergstraße
A
B
C
D
E
F
G
Gehweg
Nord
Maßstab 1:600.



Tafel 4.





Aus dem Leben der Borkenkäfer

von

Hofrat Dr. Nüsslin.

Die Borkenkäfer sind eine Familie der Rhynchophoren, der Rüsselkäfer im weiteren Sinne. Alle Rhynchophoren-Familien teilen miteinander die nahtlose, also weitgehendste Verschmelzung der Chitinplatten des Kopfes und der Vorderbrust; alle haben die gleiche embryonale Entwicklung, und auch postembryonal die gleiche Larvenform: eine beinlose, augenlose, fast madenartige, bauchwärts eingekrümmte Larve mit weichem, meist weißlichem Körper und hartem, gelblichem Chitinkopfe, der die festen Mundteile trägt.

Die einzelnen Familien gehen stufenweise ineinander über, so entfernt auch die Extreme einander gegenüberstehen. Einen engeren Zusammenschluß zeigen unter sich die drei Familien der Curculioniden oder Rüsselkäfer im engeren Sinne, der Cossoniden und der Scolytiden oder Borkenkäfer. Diese drei Familien haben die geknieten Fühler, deren Geißel eine Keule trägt, und den sehr charakteristischen Kaumagen *) gemeinsam.

Die Cossoniden bilden dabei das Übergangsglied zwischen Rüssel- und Borkenkäfern, und insbesondere sind es unter den Cossoniden einzelne Arten der Gattung *Rhyncolus*, welche rein äußerlich gewissen *Hylastes*-Arten der Borkenkäfer so ähnlich sehen, daß schon ein genaueres Zuschauen dazu gehört, um die Familienzugehörigkeit festzustellen. Auch in der inneren Organisation, insbesondere in bezug auf die Mannigfaltigkeit der Kaumagen-Bildungen beider Familien zeigen sich geradezu parallellaufende Übereinstimmungen.

In der Lebensweise bieten die Cossoniden in der Familienreihe der Rhynchophoren gleichfalls die nächsten Anklänge an die Borkenkäfer, gibt es doch *Rhyncolus*-Arten, welche zur Ei-

*) Anfänge einer Kaumagenbildung kommen auch bei Rhynchitiden (*Apoderus coryli*) vor.

ablage gleich wie die echten Borkenkäfer als Mutterkäfer in den Holzkörper eindringen und sogenannte Muttergänge nagen, eine Erscheinung, die bei echten Rüsselkäfern noch nirgends vorkommt.

In der langen Lebensdauer der Imagostadien, in den Generations-Verhältnissen, sowie in der Art des Larvenfraßes zeigen sich anderseits manche echte Rüsselkäfer und manche Borkenkäfer so übereinstimmend, daß sich hieraus auch ein ähnliches forstliches Verhalten ergibt.

Ich erinnere in dieser Beziehung an die *Hylobius*- und *Pissodes*-Arten unter den Rüsselkäfern einerseits, an *Hylesinus*-Arten unter den Borkenkäfern andererseits.

Die Borkenkäfer sind Parasiten der Holzgewächse. Nur ganz vereinzelt kommen sie auch an Krautpflanzen (Gattung *Thamnurgus*), oder an Früchten (*Coccotrypes dactyliperda*) vor. Fast ausnahmslos leben sie in strauchartigen oder baumartigen Holzgewächsen, ganz besonders in den letzteren. Die Bäume der Wälder, der Parks, der Felder und Gärten sind daher ihre Domäne.

Unter den Bäumen erscheinen die Nadelhölzer sehr wesentlich bevorzugt, besonders die Kiefern mit etwa 26 Arten und die Fichte mit etwa 14 Arten, die Tanne mit vier Arten. Unter den Laubhölzern sind Eiche und Ulme bevorzugt, beide mit je sieben Arten, dann folgt die Esche mit drei Arten. Alle übrigen Nadel- und Laubhölzer haben höchstens zwei Arten, öfters sogar nur eine Art. Die genannten Zahlen sind insofern nicht vollständig, als es noch außerdem Borkenkäfer-Arten gibt, welche mehr oder weniger polyphag leben, und als manche einer Holzart zugewiesene Spezies auch gelegentlich an einer anderen vorkommen kann. So hat heuer in Pfullendorf der für die Fichte so typische Buchdrucker (typographus) die Kiefer ganz skrupellos heimgesucht, und auch sonst ist bei Massenvermehrung eine gewisse Gleichgiltigkeit in bezug auf die Wahl der Holzart hervorgetreten.

Es sind dies Fälle der Not, in denen auch der Borkenkäfer weniger wählerisch wird, auch in bezug auf ein anderes sehr wichtiges Moment. Die Borkenkäfer meiden nämlich unter normalen Verhältnissen alles Vollsaftige und Frohwüchsige, sie sind so recht die Parasiten des Kranken und des Schwachen. Die Todeskandidaten unter den Bäumen werden von ihnen so sehr bevorzugt, daß es zu den Ausnahmen gehört, wenn ein infolge

anderer Ursachen absterbender Baum keine Borkenkäferinsassen enthält. Sie sind also normal sekundäre, nicht primäre Feinde des Waldes.

Doch in der Not werden sie auch primär und fallen alsdann aus Hunger und aus Fortpflanzungsdrang auch über die gesünderen Bäume her.

Die Borkenkäfer besuchen die Bäume, um für sich und für ihre Nachkommen Nahrung und Schutz, und um Fortpflanzungsstätten zu finden.

Zu allen diesen Zwecken gehen sie in Minengängen ins Innere der Holzpflanzen: in das Innere der Rinde oder des Holzes. Von ganz besonderem Interesse, von einer staunenswerten Mannigfaltigkeit und zum Teil von wirklicher Schönheit sind die zum Zweck der Fortpflanzung und Ernährung der Brut gefertigten sogenannten Brutgänge, auch Brutbilder oder Fraßbilder schlechthin genannt.

Fast jede Art hat ihre eigene Bauart, und gewisse Gruppen solcher Brutbilder repräsentieren geradezu Baustile. So unterscheidet man einfache und doppelte Lotgänge, einfache und doppelte Wagegänge, Sterngänge, Platzgänge bei den Rindenbrütern, Leitergänge, Platzgänge, horizontale und unregelmäßige Gabelgänge bei den Holzbrütern.

Der Charakter der Brutbilder ist für die einzelne Art so beständig, daß es oft leichter ist, eine Borkenkäferart nach ihren Brutbildern zu erkennen, als nach den subtilen Merkmalen des Käfers selber.

An den Brutgängen läßt sich meistens der Anteil der Eltern und der ihrer Nachkommen deutlich trennen und wir unterscheiden hiernach Mutter- und Larvengänge. Am Muttergang arbeitet das Weibchen den wichtigsten Teil, der zur Aufnahme der Eier dient. Das Männchen nimmt nur beschränkten Anteil.*

---

* Nach den neuesten Publikationen von Ivan Schewyreuv (L'énigme des Scolytiens „Petersb. Forstjournal“ 1905, deutsches Referat von Nik. v. Adelung im zool. Centralbl. 1905) ist die Rolle der ♂♂ Borkenkäfer damit nicht ausgespielt. Dem ♂ falle z. B. bei *typographus* die Reinigung der nach unten gerichteten Muttergänge zu, wobei das ♂ das Bohrmehl hinter sich scharrt und rückwärts aufsteigend nach außen führt. Diese Reinigung geschähe jedoch zum Zwecke der Ermöglichung wiederholter Begattungen (jeweils nach Ablage von 6—12 Eiern), wozu das ♀, vom ♂ liebkost, demselben, ebenfalls rückwärts aufsteigend, in die Rammelkammer folge.

Es übernimmt z. B. bei den polygam lebenden Rindenbrütern die Anfangsarbeit, nämlich die Fertigung der Eintrittsröhre und einer geräumigen Platzmine, die gewissermaßen als Empfangsraum für die alsbald eintretenden Weibchen dient. Schon vor Ratzeburg wurde dieser Raum unter der Bezeichnung „Brautkammer" als Ort der Begattung aufgefaßt; Ratzeburg befestigte diese Auffassung, indem er den weniger ästhetischen Namen „Rammelkammer" gewählt hat. Es ist jedoch sehr fraglich, ob wirklich alle Weibchen noch jungfräulich in diesen Raum eintreten, es scheint die Begattung auch schon außerhalb, zurzeit des Massenanflugs vollzogen zu werden. Jedenfalls sind die versammelten Weibchen schon einige Stunden nach dem Eintritt damit beschäftigt, jedes für sich, einen röhrenförmigen Gang, den Brutgang, zu nagen und schon nach Ablauf eines Tages mit der Eiablage zu beginnen. Wir wollen bei unserer nachfolgenden Schilderung ganz besonders den großen Fichtenborkenkäfer (*Tomicus typographus* L. = „Buchdrucker") ins Auge fassen.

Gewöhnlich kommen hier zwei oder drei Weibchen in die Rammelkammer, so daß zwei bis drei Brutgänge, einer stammaufwärts und einer oder zwei abwärts, genagt werden, also ein doppel- oder dreiarmiger Lotgang entsteht.

Jedes Weibchen nagt, während es successiv den Gang verlängert, beiderseits kleine Hohlräume, die Eiergruben, deren jede zur Aufnahme eines Eies dient, und alsbald nach Ablage der Eier mit etwas Genagsel bedeckt und so gegen das Lumen des Gangs abgeschlossen wird.

Das Tempo der fortschreitenden Eiablage richtet sich hauptsächlich nach der Witterung. Der ganze Brutgang mit seinen 30 bis 50 Eiergruben kann in zwei bis drei Wochen vollendet sein, es kann aber auch durch dazwischentretende Kälte der Fortgang der Eiablage verlangsamt, ja wochenlang ganz unterbrochen werden. Natürlich ist, entsprechend dem Verlauf der Eiablage, das zunächst der Rammelkammer gelegene Ei das älteste, das an der Spitze des Brutarms befindliche das jüngste. In einer dieser successiven Eiablage entsprechenden Aufeinanderfolge schlüpfen alsdann nach der etwa 10 bis 14 Tage währenden Embryonalentwicklung aus den Eiern die Larven, so daß, wenn innerhalb 15 Tagen die Vollendung des Brutgangs und die Ablage von 45 Eiern gleichmäßig geschehen würde, jeden Tag in einem Brutgang,

und zwar als Kinder eines Weibchens, etwa drei Larven aus den Eiern ausschlüpfen könnten. Und weiter: aus den Larven werden später ebenso successiv und ungleichzeitig nach etwa weiteren 15 Tagen Puppen und darans nach etwa acht Tagen Jungkäfer. Ein einziges Weibchen könnte daher später 15 Tage hindurch jeden Tag drei Jungkäfer aus der Brutstätte entlassen, vorausgesetzt, daß alle am Leben geblieben, und alle gleichmäßig herangewachsen waren, und daß die Witterung 15 Tage lang zurzeit des Ausflugs der 45 Jungkäfer gleichmäßig warm und sonnig gewesen wäre.

Jede ausschlüpfende Larve nagt sich einen Gang, den „Larvengang“, welcher ihre Fraßstätte bedeutet und später durch den abgegebenen braunen Kot auf der weißlichen Rinde markiert wird. der zugleich deutlich Auskunft gibt, wie rasch die Larve wächst; denn nicht nur seine Länge, sondern auch seine Breite wird immer beträchtlicher, je mehr die Larve an Umfang zugenommen hat. Dem Verlauf der Eiablage gemäß können in der Nähe der Rammelkammer schon nahezu vollendete Larvengänge sein, während am Brutgangende noch Eier gelegen sind.

Am Ende des Larvengangs wird eine Erweiterung, die „Puppenwiege“, genagt, in welcher die erwachsene Larve einige Tage ohne zu fressen liegen bleibt, und unter Kotentleerung und Häutung zur Puppe wird.

Ganz allmählich wandelt sich die Puppe zum Jungkäfer um, der zuerst noch weiß ist, nach und nach vom hellsten Gelb bis zum dunklen Braun sich verfärbt, in gleichem Tempo seine Chitingebilde erhärtet, sowohl die äußerlichen, als auch die inneren. Zu den letzteren gehören Teile des Darms und der Genitalien, vor allem der Kaumagen und das männliche Begattungsorgan. Dieses Heranreifen des Jungkäfers kann zwei bis drei Wochen in Anspruch nehmen, wobei der Jungkäfer, sobald seine Kauorgane erstarkt sind, auch feste Nahrung zu sich nimmt, dabei seine Puppenwiege erweitert oder gangartig weiterfrißt. Besonders umfangreich wird dieser Jungkäferfraß, wenn ungünstige Witterung die Entwicklung verzögert und den Ausflug hemmt, besonders daher bei den Spätbruten der Endsaison. Sobald der Käfer fertig ist und gutes Wetter herrscht, frißt er sich Löcher zum Austritt: die sog. Fluglöcher.

Das weitere Verhalten des Jungkäfers ist nun je nach den Gattungen verschieden. Bei den einen ist gleichzeitig mit der

Erstarkung der Chitinteile des Jungkäfers auch eine volle Reifung der Geschlechtsdrüsen eingetreten, so daß mit dem Ausflug auch der Fortpflanzungstrieb erweckt und alsbald befriedigt wird. Bei diesen Gattungen folgt gleichsam Anflug auf Ausflug, und zwar Anflug zum Zwecke der Fortpflanzung, zur Fertigung neuer Brutgänge, zu erneuter Eiablage für eine II Generation.

So machen es z. B. die Scolytinen und unter den Tomicinen unsere wichtigsten Arten, z. B. gerade der Buchdrucker. Am 4. August dieses Jahres konnte ich in Pfullendorf diesen Vorgang in überwältigender Weise beobachten. Die heißen Tage vorher hatten von Tag zu Tag neue Fichten zum Absterben gebracht, wobei sehr rasch die rote Verfärbung der Kronen eintrat. Jeder dieser Bäume entsandte Tausende von Jungkäfern, die sich Brutstätten suchten und dabei auch die frohwüchsigsten stärksten Fichten nicht verschonten. So ließ sich am genannten sehr heißen Tage beobachten, wie Hunderte von Typographus-Jungkäfern an gesunden stehenden Bäumen herumliefen, um Stellen zum Einbohren zu suchen. Daneben, am gleichen Stamm oder an benachbarten Fichten, zeigten sich in Brusthöhe schon eingebohrte Käfer, bald nur ein einziges Männchen in der Rammelkammer, bald eine zwei- bis dreiweibige Familie, bald schon junge Brutgänge und Eiablagen. Wenn man solche Fichten fällen ließ, konnte man oben am Kronenansatz schon weiter entwickelte Brutbilder mit begonnenen Larvengängen treffen.

Fast immer zeigte sich eine solche Differenz, mit anderen Worten: der Anflug begann oben und rückte allmählich nach unten weiter, und zwar am Einzelstamm mit einer zeitlichen Differenz von etwa 12 bis 14 Tagen. Daher müssen auch später die Jungkäfer oben zuerst reifen und auskommen, unten zuletzt und dazwischen alle Tage, wenn nur die Witterung es erlaubt.

Jene frisch eingebohrten Käfer bestanden größtenteils aus noch unvollständig ausgefärbten Jungkäfern, so daß sie eine II Generation der eben vollendeten I Generation darstellten. Die Art der lange sich hinziehenden Eiablage und die Art des verschiedenzeitigen Anflugs der Mutterkäfer am einzelnen Stamm und an den verschiedenen Bäumen eines Waldes, wo in sonnigen Lagen das Käferleben früher erwacht als in kälteren, an den Rändern und auf Blößen früher als im Inneren; alle diese Faktoren bringen es mit sich, daß sich der Übergang von der I. zur

II Generation nicht in wenigen Tagen, sondern in Wochen, ja Monaten vollzieht, und daß fast an jedem warmen und sonnigen Tage von Mai bis September ausschwärmende und anfliegende Borkenkäfer zu erwarten sind: zuerst im Frühjahr die nach und nach reif werdenden Jungkäfer von den Spätbruten des vorigen Jahres; dann vom Hochsommer an die Jungkäfer der I Generation der Saison und zuletzt gegen Ende September möglicherweise schon Jungkäfer einer II Generation.

Auf solche Weise drohen während der ganzen Saison aus- und anfliegende Borkenkäfer, falls die Witterung dies möglich macht. Die Borkenkäfer verlangen nämlich zum „Schwärmen" je nach der Art ganz verschiedene Temperaturen. Einzelne Arten begnügen sich hierzu mit 9° C. und können bei uns schon im Februar, in Südfrankreich schon im Januar zum Schwärmen verlockt werden (z. B. *Hylesinus piniperda*). Solchen „Frühschwärmern" steht gerade der große Fichtenborkenkäfer diametral gegenüber. Er ist ein Spätschwärmer und soll erst bei einer Temperatur, die 20° C. erreicht, aus seinen Verstecken hervorgelockt werden. Heuer ist diese Temperatur erst im Mai, und zwar in Karlsruhe am 1., 6., 12. und am 27. bis 31. Mai, in St. Blasien überhaupt erst vom 28. bis 31. Mai erreicht worden. In Herrenwies kam nach den Beobachtungen des Anflugs der 12. und 27. bis 31. Mai in Betracht. Das waren die ersten Schwärmtermine des abgelaufenen Jahres.

Da der Juni, Juli und Anfang August recht günstig, warm und sonnig verlaufen sind, so war die I Generation von der zweiten Hälfte des Juli an ausflugreif und schwärmbereit geworden, so daß die II Generation schon mit ihren ersten Familien Ende August in das Übergangsstadium von der Puppe zum Jungkäfer gelangt war. Allein der Schluß der Saison war heuer so ungünstig, wie der Anfang im Mai. September und Oktober waren sehr kühl, und so brachte es die II Generation heuer in den recht warmen Tagen des 26., 28. und 29. September wohl noch zu den Vorarbeiten zum Ausflug, zum Fertigen von Löchern und zum Auswurf von Bohrmehl, wahrscheinlich aber nicht mehr zum wirklichen Ausflug.

Ein und dieselbe Art, wie z. B. unser Buchdrucker, bringt es nicht jedes Jahr bis zur Vollendung der Vorläufer der II Generation. So war 1903 ein so ungünstiges Jahr, daß die

I Generation, statt wie heuer in zwei Monaten, also von Ende Juli an, in der Hauptsache erst im folgenden Frühjahr geschlechtsreif geworden war. Wäre andererseits heuer der Mai und September günstig gewesen, so würden noch die Anfänge einer III Generation ermöglicht worden sein.

Wir haben schon oben erwähnt, daß bei manchen Gattungen der Borkenkäfer die Geschlechtsreife keineswegs synchronisch mit der Erstarkung der Chitinteile verläuft. Bei diesen Formen hat infolgedessen der ausfliegende Jungkäfer weder den Trieb, noch die Fähigkeit zur Fortpflanzung erlangt. Diejenigen Jungkäfer der I Generation solcher Arten, welche im Hochsommer auskommen, treiben sich alsdann herum, um für ihre Ernährung zu sorgen, sie treiben gleichsam Allotria-Fraß.

Die einen, wie *Myelophilus piniperda* und *minor,* kriechen in die frischen Triebe der Kiefern, fressen da die Markröhre aus (daher ihr Gattungsname), töten dadurch die Triebe, welche alsdann bei den nächsten Stürmen, oft schon im August, meist erst im Oktober, zu Boden fallen, diesen im Umkreis des Stammes bedecken, während die Krone des Baumes gelichtet wird. Wegen dieser Ausschaltung zahlreicher Triebe heißen die Käfer seit Alters auch Waldgärtner. Eine andere Art, *Hylesinus fraxini*, bohrt sich in Eschenrinde und erzeugt oder befördert jene krebsartigen Wucherungen, die „Eschenrosen“ genannt werden. Wieder andere fallen über junge Nadelholzpflanzen her, es sind die sogenannten wurzelbrütenden Hylesinen, welche als Larven unschädlich, als Käfer durch Benagen und halb minierendes Platzfressen in der Rinde, teils unter, teils über der Erde, in ähnlicher Weise kulturverderblich wirken, wie der große braune Rüsselkäfer (*Hylobius*). Forstlich ist das Verhalten beider das gleiche und zufälligerweise zeigen auch gerade diese Wurzelbrüter die größte gestaltliche Ähnlichkeit mit den Cossoniden, der Übergangsgruppe zu den Rüsselkäfern.

Alle diese Allotria treibenden, sexuell noch unreifen Käfer zählen nach unserer bisherigen Kenntnis zu den Hylesiniden. Sie gehen wohl in der Mehrzahl später in Winterverstecke und werden erst im folgenden Frühjahr geschlechtsreif, haben daher normal nur eine Generation im Jahre. Es gibt aber auch Arten, die nur gelegentlich und nicht normal solchen schädlichen Allotria-Fraß verüben, auch *typographus* ist dazu fähig, insbesondere die

Jungkäfer von Spätbruten, die wahrscheinlich durch vorübergehende Sonnenhitze in der Spätsaison herausgelockt wurden, und, infolge der kühlen Witterung noch nicht fortpflanzungsreif, unregelmäßige geweihartige Gänge in der Rinde gesunder Stämme nagen können.

Die Entscheidung der Generationsverhältnisse bietet gerade bei den Borkenkäfern besondere Schwierigkeiten, und so kam es, daß selbst bei einer so gemeinen Art, wie dem Buchdrucker, der seit Jahrhunderten verheerende Schädigungen der Wälder verursacht hat, neuerdings Zweifel auftauchen konnten, allerdings mit Unrecht.*

Eine sehr wichtige Frage ist auch die über das Schicksal der Mutterkäfer nach der Eiablage. Auch darin scheinen sich die Borkenkäfer nicht einheitlich zu verhalten. Bei einem Teil sind die Mutterkäfer langlebig und können nach Absolvierung ihrer ersten Brut zur nochmaligen Eiablage schreiten, sind also in ähnlicher Weise langlebig wie manche Rüsselkäfer (*Hylobius*, *Pissodes*). Bei anderen scheint eine zweite Fortpflanzungsperiode normal nicht vorzukommen, die Lebensenergie mit der einmaligen Fortpflanzung zu Ende zu sein, wenn auch einzelne, wohl jüngere Mutterkäfer Versuche zu weiterer Brutablage machen können. Gerade ein heuriges Experiment hat gezeigt, daß von 84 Elternkäfern, die etwa einen Monat nach dem Beginn der ersten Eiablage, etwa im Puppenstadium der Brut, den Muttergängen entnommen worden waren, nur ein einziges Weibchen einen abnormen Brutgang zustande gebracht hatte, worin nur drei Eier wirklich zu Larven geworden sind. Gerade diese Ausnahme, die deutlich die Schwächung der Fortpflanzungskraft kundgibt, scheint hier die Regel nur zu bestätigen. Für die Praxis der Begegnung hat diese Frage eine wesentliche Bedeutung, da wir in jugendlichen Stadien der Brut das Verbrennen der Rinde ersparen können, wenn wir auf die Mutterkäfer keine Rücksicht zu nehmen brauchen.

Die früheren Betrachtungen haben uns gezeigt, daß ein Teil der Borkenkäfer imstande ist, Generation an Generation, Brut an

* Näheres in meinen neuesten Aufsätzen: Der Fichtenborkenkäfer (*Tomicus typographus* L.) im Jahre 1905 in Herrenwies und Pfullendorf. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstw. 1905, und: „Nachwort hierzu" ebenda 1906.

Brut anzureihen, wenn die Witterungsverhältnisse günstige sind. Zu ihnen gehört vor allen der Buchdrucker und einige andere Tomicinen der Kiefer, Fichte, Tanne und Lärche.

Die Fruchtbarkeit des einzelnen Weibchens ist keineswegs bei den Borkenkäfern eine sehr bedeutende. Fünfzig Eier für jedes Weibchen ist eine schon hochgegriffene Mittelzahl. Diese Zahl ist im Verhältnis zu anderen Insekten eine mittlere. Wir finden dies nach einem Grundgesetz der organischen Natur, dem Gesetz der Sparsamkeit, auch begreiflich, weil die Natur die Borkenkäferbrut ganz besonders geschützt hat, indem das Weibchen seine Brutgänge minenartig im Inneren der Holzgewächse anlegt. Wir kennen daher auch recht wenig Feinde der Borkenkäfer im Verhältnis zu den offenlebenden Insekten, insbesondere den forstschädlichen Großschmetterlingen. Imagines und Larven, Puppen und Eier sind gegen Wirbeltierfeinde fast völlig geschützt, nur Spechte können gelegentlich in Betracht kommen, doch verschmähen diese die kleineren Larven und leisten bei den Nadelholz-Borkenkäfern fast nichts. Dagegen gibt es eine Anzahl von Insekten, insbesondere Käfer und Schlupfwespen, welche teils räuberisch, teils parasitisch die Borkenkäferbrut heimsuchen. Die Räuber, insbesondere der Ameisenkäfer (*Clerus formicarius*), namentlich seine rosafarbige Larve, sodann mehrere Staphyliniden, Nitiduliden und Vertreter anderer Familien kriechen in die Mutter- und Larvengänge, um Eier, Larven und Puppen zu überfallen und zu verzehren. Nicht zahlreich sind die Borkenkäfer-Schlupfwespen. Auch Pilzkrankheiten spielen keine erhebliche Rolle bei den Borkenkäfern. Im ganzen leisten Räuber und Parasiten, insbesondere bei Massenvermehrungen, äußerst wenig, weshalb eine Borkenkäfer-Kalamität auch nicht nach etwa drei Jahren wie bei den großen Kiefernspinner-, Nonnen- und Kiefernspanner-Kalamitäten infolge Übervermehrung ihrer Feinde ein natürliches Ende findet, sondern, soweit wir wissen, ins Endlose fortwütet, so lange Gelegenheit geboten wird. Infolge Mangels an Feinden sind auch die „eisernen Bestände" der Borkenkäfer viel größer, als bei vielen andern schädlichen Insekten.

Jahr aus Jahr ein hausen sie in unterdrückten und kränkelnden Stämmen, in liegen gebliebenen Hölzern der jährlichen Holzhiebe, in Wind- und Schneebrüchen.

Wie groß der eiserne Bestand gerade bei *Typographus* ist, beweist die Tatsache, daß selbst im relativ gepflegten Walde zur rechten Zeit und am richtigen Ort hingelegte Fangbäume normal sofort befallen werden, indem sie durch den Duft ihrer welkenden Rinde die vorhandenen Scharen des eisernen Bestandes aus der Nachbarschaft herbeilocken, und zwar nicht in vereinzelten Individuen, sondern in Massen. Im Verlaufe einiger Tage pflegt ein solcher Fangbaum, von oben nach unten fortschreitend, besetzt zu sein.

In welchen Massen die Mutterkäfer an einen Baum zur Brutablage anschwärmen, hat gerade bei *Typographus*, dem allerwichtigsten Schädling, schon frühzeitig das Interesse erweckt. Ratzeburg erwähnt 1837 in seinen Forstinsekten (1. Band, S. 148) eine Zählung und Berechnung v. Sierstorpffs, wonach eine einzige Fichte 23 000 „Paare", also ebensoviel ♀ Mutterkäfer, aufzunehmen vermöchte. Wir haben heuer in Pfullendorf auch eine Berechnung versucht. Ich zählte an einem etwa 28 cm langen und 14 cm breiten Rindenstücke (= ca. 0,04 qm) 30 Muttergänge, also 30 Weibchen. Für eine ca. 90jährige Fichte mit Käferbesatz bis zu 28 m Höhe und einem mittleren Durchmesser von etwa 32 cm würden sich darnach pro Stamm etwa 20 000 Weibchen ergeben. Falls jedes Weibchen 50 Nachkommen erzeugen würde, könnte darnach etwa eine Million Jungkäfer aus einer einzigen starken Fichte ausfliegen.

Natürlich wird nur eine beträchtlich kleinere Zahl zum wirklichen Ausflug gelangen, da sich die Mutter- und Larvengänge oft gegenseitig drängen und manche Larven nicht zur Entwicklung gelangen, abgesehen von der Wirksamkeit der Borkenkäferfeinde.

Im Vergleich zu dieser Berechnung nach der Zahl der angepflogenen Weibchen will ich noch eine Berechnung v. Bergs (1836) mitteilen. Er zählte die Nachkommen und fand an einem Rindenstück von 12″ im Quadrat, also auf ca. 0,1 qm 1220 Stück völlig entwickelter Larven und Puppen. Daraus würden sich für obige Fichte mit ca. 28 qm Rindenfläche rund $28 \times 12\,200 = 341\,600$ Stück ergeben, also etwa ein Drittel der obigen Berechnung. Es ist jedoch wahrscheinlich, daß die wirkliche Gesamtzahl noch wesentlich geringer ist.

Nehmen wir pro Hektar in einem 90jährigen Fichtenbestande 200 Stämme obiger Dimensionen an, so würden sich pro Hektar

200 × 341 600, also rund 68 Millionen Jungkäfer ergeben. Schreiten diese sofort zur II Generation, so würde unter der Voraussetzung, daß darunter 40 Millionen Weibchen wären und jedes etwa 25 Jungkäfer erzeugte, die II Generation pro Hektar schon eine Milliarde Jungkäfer liefern. Diese Zahlen werden einigermaßen erläutern, wie rapid die Borkenkäfervermehrung fortschreiten und zu welcher Größe sie anwachsen kann.

Wir haben gesehen, daß die Fruchtbarkeit der Borkenkäfer keineswegs eine besonders große ist, daß jedoch ihre Vermehrungsziffer infolge ihrer geschützten Lebens- und Fortpflanzungsweise und infolge der stetigen von Feinden wenig gestörten Zunahme langsam aber sicher zu bedeutender Höhe anwachsen kann. Auch die Ungunst der Witterungsverhältnisse kann nur verzögernd, nicht aber vernichtend, wie z. B. bei Raupenkalamitäten oder bei Schädigungen durch Pflanzenläuse, die Vermehrung beeinflussen. Nässe und Kälte tun den Borkenkäfern über Winter kaum wesentlichen Abbruch. Keine Seuche, keine Parasitenvermehrung vermag ihrer Massenvermehrung ein zeitliches Ziel zu setzen, Jahr für Jahr schreitet dieselbe fort, wie die furchtbaren Verheerungen aus vergangener Zeit zur Genüge gelehrt haben.

Zu Ende des 17. und Anfang des 18. Jahrhunderts herrschten große Waldverheerungen in den Fichtenwäldern Mitteldeutschlands. Dann begann wieder, insbesondere im Harz 1772, eine Besorgnis erregende Überhandnahme, die 1781 bis 1783 ihr Maximum erreichte, und erst gegen 1787 erlosch. Im Zellerfelder Forstdistrikte wurden damals etwa drei Millionen Stämme durch den Borkenkäfer zum Absterben gebracht.

Ziemlich neu ist die Borkenkäferverheerung 1869 bis 1875 im Bayerischen- und Böhmerwald. Im letzteren waren allein in vier Bezirkshauptmannschaften 104 100 ha (Badens Staatswaldungen umfassen ca. 94 000 ha) befallen, und mußten 2,7 Millionen Fest meter Holz mit über 8000 zum Teil von auswärts requirierten Arbeitern aufbereitet werden.

Fast unbedeutend erscheint dagegen die neueste Borkenkäferkalamität in unserem Lande, wo in Pfullendorf in dem am meisten heimgesuchten etwa 194 ha großen Distrikt Falken von 1903 bis jetzt etwa 26 000 Festmeter dem Käfer zum Opfer gefallen sind Insbesondere sind in der etwa 30 ha großen Abteilung 7 fast alle 80jährigen und älteren Bestände mit über 10 000 Fm ge-

tötet worden, so daß dort nur noch 100 Fm dieser Altersklasse stehengeblieben sind.

Trotz dieser Vorkommnisse aus alter und neuester Zeit dürfen wir doch behaupten, daß die Borkenkäfer unter normalen Verhältnissen ungefährliche Parasiten des Waldes sind. Sie unterscheiden sich in dieser Hinsicht sehr wesentlich von den Schädlingen aus anderen Insektenordnungen, insbesondere von den in der Gesamtwirkung so ähnlichen Großschmetterlingen.

Die Borkenkäfer sind „sekundäre", die Großschmetterlinge „primäre" Feinde. Die Borkenkäfer vermeiden, wie wir früher gesehen haben, unter normalen Vermehrungsverhältnissen die gesunden und vollsaftigen Bäume, die Nonnenraupe und die Raupen anderer Großschmetterlinge fressen dagegen zu allen Zeiten die Nadeln und Blätter gesunder und frohwüchsiger Bäume mindestens ebenso gern als diejenigen der geringeren Wüchse.

Die Veranlassungen für eine Borkenkäferkalamität müssen der sekundären Natur der Borkenkäfer wegen ganz anderer Art sein, als z. B. diejenigen für eine Nonnenkalamität. Zwar liegt bei beiden Feinden die eigentliche Ursache in der abnormen Vermehrung der eisernen Bestände. Bei den meisten Borkenkäfern ist aber der eiserne Bestand stets relativ hoch, bei der Nonne dagegen normal so niedrig, daß in einzelnen Jahren selbst für Geldangebote kaum eine Nonne aufgetrieben werden kann.

Die Ursache der abnormen Vermehrung des eisernen Bestandes, also die Veranlassung zur Kalamität wird für die Borkenkäfer durch übermäßige Anhäufung ihres Fraß- und Brutmaterials also durch Stehenlassen absterbender Hölzer, durch Liegenlassen nicht entrindeter Stämme des Holzhiebs, der Windwürfe, Wind- und Schneebrüche oder aber durch allerlei Schädigungen der Gesundheit der Bestände bewirkt, wodurch kränkelnde Stämme, also normale Brutstätten für Borkenkäfer geschaffen werden. Die Veranlassung zur Nonnenkalamität wird dagegen einerseits durch besonders günstige Witterung während mehrerer sich folgender Jahrgänge, insbesondere im Frühjahr geschaffen, andererseits durch allerlei Faktoren, welche die bei der Nonne so sehr wirksamen Feinde benachteiligen.

Es liegt in der Natur der Sache, daß auch zur Vorbeugung einer Borkenkäferkalamität ganz andere Mittel ergriffen werden müssen, als zur Vorbeugung einer Nonnenkalamität. Ebenso

kann der Einfluß, der dem Wirtschafter zur Verhinderung einer Kalamität zu Gebote steht, hier und dort nicht der gleiche sein. Beim Borkenkäfer muß alles darauf ankommen, kränkelnde und absterbende Hölzer, also die Fraß- und Brutstätten so rasch und so viel wie möglich aus dem Walde zu entfernen. Gelingt dies, kann der relativ hohe eiserne Bestand dadurch in Schranken gehalten werden, dann bleibt der Borkenkäfer ungefährlich. Bei der Nonne und bei anderen primären Feinden kann der Wirtschafter auf die Fraßstätten, das heißt auf die Gelegenheiten zur Ernährung und Fortpflanzung keinerlei Einfluß ausüben, der ganze gesunde Wald steht eben den primären Feinden offen und zur Verfügung, den sekundären normal nur der kranke und absterbende Teil des Waldes.

Auch kann der Wirtschafter die Faktoren der Vermehrung der eisernen Bestände bei den primären Schädlingen kaum beeinflussen, die Witterungsverhältnisse gar nicht, die Feinde der Schädlinge nur wenig. Hier bleibt ihm nur die Möglichkeit, mit allen Mitteln der Vertilgung die rechtzeitig entdeckte Vermehrung der eisernen Bestände, die sogenannten Fraßherde, zu verfolgen und die Vermehrungsziffer dadurch herabzudrücken. Dieses letztere Mittel steht dem Wirtschafter den Borkenkäfern gegenüber in viel wirksamerer Weise zur Verfügung, sei es durch die direkte Vernichtung der gefundenen Brutstätten, sei es auf indirektem Wege durch Anlockung mittelst Fangbäumen und nachträgliche Vernichtung.

Auch in bezug auf die Hilfsmittel der Erkennung einer Anschwellung der eisernen Bestände ist die Arbeit für den Wirtschafter hier und dort eine sehr verschiedene. Bei den primären Feinden muß durch entomologische Beobachtung während des ganzen Jahres geprüft werden, ob das Insekt seine normale Vermehrungsziffer überschritten hat, bei den Borkenkäfern bedarf es nur zu gewissen Zeiten des Kontrollmittels der Fangbäume, an denen mit Leichtigkeit der quantitative Befall und damit der jeweilige Stand dieser Feinde für jedes Waldgebiet festgestellt werden kann.

Aus allem diesem geht hervor, daß der Wirtschafter, falls nicht außergewöhnliche Naturereignisse, wie z. B. ausgedehnte sich wiederholende Stürme auftreten, und falls die nötigen Mittel an Geld und Arbeitskräften zur Verfügung stehen, unter Voraus-

setzung rechtzeitiger Erkennung und richtiger Inangriffnahme der zu Gebote stehenden Mittel, den Ausbruch einer Kalamität verhüten kann. Gefährlich wird der Borkenkäfer erst dann, wenn er sich in seinen ihm zusagenden Brutstätten zu einer solchen Höhe hat vermehren können, daß er dadurch gezwungen wird, primär zu werden, weil die Milliarden hungernder und brünstiger Käfer jetzt keine genügenden Brutstätten ihrer Wahl mehr finden können. Manche solcher Käfer, von ihren unabweisbaren Instinkten getrieben und nirgends mehr das zusagende Material findend, werden zwar in der saftigen Rinde der gesunden Bäume ihren Tod durch Ersticken finden, aber auch die Bäume werden dadurch, zunächst platzweise, zum Kränkeln gebracht. Solche kränkelnden Stellen locken andere Käferscharen heran und schließlich obsiegt die Menge. Es ist dasselbe wie beim Kampf der Volksmassen gegen die reguläre bewaffnete Macht. Auch die letztere muß schließlich der Masse weichen.

Nun scheint bei dem Ansturm der Borkenkäfermassen ein wesentlicher Unterschied für die I und für die II Generation zu bestehen, insofern, als die erstere die Bäume vollsaftiger trifft, als die zweite. Nach meinen Beobachtungen in Pfullendorf am 4. August 1905 hatte kaum mehr ein Kampf bestanden zwischen dem Käfer und dem gesunden stehenden Baum. Die hohe Wärme hatte dem Borkenkäfer eine enorm erhöhte Lebensenergie verliehen, während der Baum unter dem für ihn keineswegs günstigen Einfluß der trockenen Hitze gestanden war. Ist erst der Fall eingetreten, in welchem der Borkenkäfer trotz seines stets sekundären Charakters infolge seiner Masse effektiv primär geworden ist, und auch die frohwüchsigsten und gesündesten Stämme nicht mehr verschont, auch in immer jüngere Bestände herabgeht, dann bleibt kein anderes Mittel übrig, als dem Borkenkäfer gleichsam voraneilend, alle befallenen Stämme niederzuhauen und unschädlich zu machen, noch ehe der Jungkäfer zum Ausflug gelangt ist, also ihm in der Niederwerfung der Stämme gleichsam den Rang abzulaufeu und zuvorzukommen. Sehr wichtig ist in diesem Falle die rechtzeitige Erkennung des Befallenseins der Bäume.

Da die Mutterkäfer das Bohrmehl aus ihren Gängen herausschaffen, so fällt von zahllosen Stellen der Rinde so lange feines Bohrmehl herab, als am Baume Brutgänge genagt werden, also

nach früherem, am einzelnen Gang zwei bis drei Wochen lang, am ganzen Baum etwa zwölf Tage länger. So lange also kann der Befall des Baumes durch Borkenkäfer relativ leicht erkannt werden, sei es durch die direkte Beobachtung des Herabrieselns des Bohrmehls (insbesondere gegen die Sonne), sei es durch die Feststellung seiner Ansammlung an allerlei Stellen am Baum und am Boden, insbesondere an Moos und Flechten, an den Schuppen der Borke, in Astwinkeln, Spinngeweben. Durch Regenfälle kann dieses sonst so sichere Kriterium verwischt werden, und später hört es von selbst auf, sobald die Mutterkäfer ihre Gänge vollendet haben. Alle anderen Kennzeichen zur Feststellung des Befalls haben nicht die Sicherheit und damit nicht die Bedeutung des Bohrmehlausfalls. Die als befallen erkannten Bäume müssen gefällt und unschädlich gemacht werden.

Unsere vorausgegangenen Betrachtungen haben uns gezeigt, daß die Borkenkäfer als Feinde der Wälder einen ganz anderen Charakter tragen, als die so gefährlichen Großschmetterlinge. Diese Verschiedenheit ist tief begründet in ihrem ursprünglich sekundären Charakter und ist ein Segen für unsere Wälder. Wären diese verborgen hausenden minierenden Zwerge, denen infolge ihrer Lebensweise kein einziger wirksamer Feind, weder aus der organischen, noch aus der unorganischen Natur gegenübersteht, primär wie die Nonne oder der Kiefernspinner, so würde ihre Gefährlichkeit eine ungeheure sein, und es stünde uns kein Mittel gegen sie zur Verfügung. So aber können wir sie als Liebhaber der kränkelnden und welkenden Stämme durch Fangbäume nach Belieben anlocken und vertilgen, und dadurch jederzeit in Schranken halten und es ist uns stets wenigstens die Möglichkeit gegeben, jene Krisis zu vermeiden, bei welcher der sekundäre Charakter in den primären übergeht.

Beiträge zur Kenntnis der Radioaktivität der Mineralquellen

von

Geheimerat Dr. C. Engler.

Nach einem am 17. November 1905 im Naturwissenschaftlichen Verein Karlsruhe (Sitzungsberichte, 19. Band) gehaltenen Vortrage.
Mit Ergänzungen durch neuere Versuche.

Als Liebig von seinem Arzte, Obermedizinalrat Dr. Pfeufer, einst geraten wurde, zur völligen Beseitigung der Nachwirkungen eines Beinbruches das Bad Gastein zu besuchen, meinte er ablehnend [1]: „Das Wasser habe ich ja untersucht und gar keinen besonderen chemischen Bestandteil darin gefunden, der eine Heilkraft entwickeln könnte.“ Der Arzt bestand aber auf seinem Rat, Liebig ging nach Gastein und kam geheilt zurück, worauf er jenem bemerkte, „chemische Ursachen kann das nicht haben, nur physikalische; es müssen magnetisch-elektrische Verhältnisse obwalten, welche so heilsam einwirken“. In der Tat, auch diesmal hatte der Altmeister recht, denn sind es auch in vielen Quellen, wie z. B. Karlsbad, Wiesbaden, Epsom, Kreuznach, Kissingen, Adelheidsquelle, Griesbach u. a. m., jedenfalls in erster Reihe die darin gelösten Salze mit Gehalt an Glaubersalz, Bittersalz, Eisen-, Jod-, Brom-, Schwefel- u. a. Verbindungen, auf denen ihre heilkräftige Wirkung beruht, so gibt es doch auch eine große Zahl von Mineralquellen, deren therapeutischer Wert auf solche Bestandteile entweder gar nicht oder doch nur zum Teil zurückzuführen ist, zu denen vor allem eine ganze Reihe von Thermalwassern, wie die von Gastein, Baden-Baden, Wildbad, Badenweiler, Battaglia, Bath, Plombières und sehr viele andere Thermal- und Mineralquellen, zu zählen sind, weil sich in denselben nur wenig oder gar keine Substanzen finden, die als Ursache ihrer Heilwirkungen angesehen werden können. Seit der Entdeckung des Radiums und der Erkenntnis der Tatsache,

[1] v. Völderndorff „Harmlose Plaudereien eines alten Münchners“ N. F. p. 287.

daß die von ihm ausgestossene Emanation fast überall in der Erdkruste zu finden, aber in den einzelnen Teilen derselben, so insbesondere auch in den Mineralquellen, sehr verschieden verteilt ist, befestigte sich immer mehr die Ansicht, daß sehr viele Heilquellen ihre Wirkung dem Radium, richtiger wohl der in dem Wasser derselben gelösten Emanation und der von dieser ausgehenden elektrischen Strahlung verdanken. Es ist doch auch wohl kaum nur ein Zufall, daß gerade viele Quellen, deren Wasser besonders arm an wirksamen „chemischen Bestandteilen" sind, sich aber dafür durch hohe Radioaktivität auszeichnen, zu den altberühmtesten Gesundbrunnen gehören. Im Laufe der Jahrhunderte und Jahrtausende hat der Mensch auf dem Wege des Probierens und rohester Empirie doch allmählich — das lehrt auch die geschichtliche Entwicklung der Arzneimittellehre — herausgefunden, was ihm gut tut und für bestimmte Leiden und Gebrechen Heilung bringt.

An einzelnen Heilquellen hatte man zwar schon vor langer Zeit gewisse Symptome „elektrischer" Eigenschaften wahrgenommen [1], so insbesondere an denen von Gastein (1828) durch Baumgärtner und Marian Roller in bezug auf die raschere elektrolytische Zersetzung und die Bildung von relativ größeren Mengen von Wasserstoff als bei gewöhnlichem Wasser, ferner auch durch Scoutetten, welcher glaubte, gefunden zu haben, daß die Mineralwasser, z. B. das von Plombières, im Gegensatz zu gewöhnlichem Bachwasser elektronegativ seien, u. a. Aber diese vereinzelten, zum Teil auch nur von Dilettanten gemachten Wahrnehmungen, fanden keine Beachtung bei der zünftigen Wissenschaft, und es ging, wie es schon so oft gegangen ist: man sieht den Grund nicht ein und glaubt es nicht.

Nun kam das Radium. Nachdem Becquerel im Jahre 1896 die Uranstrahlen (Becquerelstrahlen) entdeckt hatte, gelang bald darauf dem Ehepaar Curie die Isolierung des Radiums und der Nachweis der Existenz eines zweiten radioaktiven Elementes, des Poloniums; weitere folgten: das Radiotellur von Marckwald, das Actinium von Debierne, das Emanium von Giesel, das Radioblei von K. Hofmann, in neuester Zeit das Radiothor von Elster und Geitel, und unabhängig von diesen von Hahn und

---

[1] Siehe bei Laborde „Le Radium" Nr. 1, S. 2 u. 3.

Sackur, und andere mehr[1], deren Reihe noch nicht abgeschlossen ist. Daß das Uran selbst ebenfalls radioaktive Eigenschaften, wenn auch viel schwächere, besitzt, war von Anfang an bekannt. Ob dies auch vom reinen Thor gilt, ist neuerdings sehr fraglich geworden. Indessen scheint die Radioaktivität, wenn auch nur in minimalem Grade, auch bei anderen Metallen viel verbreiteter zu sein, als man bisher angenommen hatte.

Weitaus am besten studiert ist von den radioaktiven Stoffen das Radium, über welches eingehende Untersuchungen, außer von seinen Entdeckern, insbesondere vorliegen von Ramsay, welcher dessen Umwandlung in Helium entdeckte, von Crookes, J. J. Thomson, Rutherford und Soddy, die es uns vor allem in seinem physikalischen Verhalten und seinen Zerfallstadien kennen lehrten, von Elster und Geitel, denen wir die Kenntnis seiner allgemeinen Verbreitung und der Methoden seiner Auffindung und genauen Bestimmung verdanken u. A. Ein ganzes Heer von Physikern und Chemikern wandte sich in der Folge diesem neuen Mysterium der Wissenschaft zu und suchte zur Aufklärung des über demselben schwebenden geheimnisvollen Dunkels beizutragen. Auch die medizinische Wissenschaft lenkte in Erkenntnis der therapeutischen Bedeutung des neuen Stoffes demselben ihre Aufmerksamkeit zu.[2])

Reiht sich das Radium in seinem allgemeinen chemischen Verhalten den Elementen Calcium, Strontium und Barium an, so unterscheidet es sich von diesen und auch von allen übrigen Elementen aber aufs frappanteste durch seine Eigenschaft starker Strahlung, der es seinen Namen verdankt (radiare, strahlen). Es strahlt Licht aus, doch ist dies, wie die beiden Huggins festgestellt haben, kein Eigenlicht, sondern, wie das spektrale Verhalten beweist, Licht des durch lichtlose Strahlung zum Leuchten

[1] Inwieweit Polonium und Radiotellur, Actinium und Emanium sich voneinander unterscheiden, ist noch nicht sicher festgestellt.

[2] Verfasser wurde durch einen ihm übertragenen referierenden Vortrag über die Radiumfrage in der Generalversammlung des Vereins deutscher Chemiker (Frühjahr 1904) auf dieses neue Gebiet geführt. Zufolge eines Auftrages der Großherzogl. Badischen Regierung, die Badener Thermen einer erneuten genauen chemischen Analyse zu unterwerfen und dabei auch deren Radioaktivität festzustellen, wurden seine Untersuchungen speziell auf die Prüfung der Methoden zur Bestimmung der Aktivität der Mineralquellen im allgemeinen gelenkt.

gebrachten Stickstoffs der umgebenden Luft. Dagegen findet eine fortwährende direkte Ausstrahlung von Wärme statt, deren Menge ungefähr 100 Wärmeeinheiten pro Gramm und Stunde beträgt. Die Temperatur des Radiumpräparats selbst ist stets etwa 3° höher als die seiner Umgebung und mit einem kleinen Quantum desselben ließe sich ein ganzes Zimmer dauernd heizen. Wir haben somit in dem Radium gewissermaßen ein ewiges Lämpchen, das nie gespeist und einen kleinen Ofen, der nie geheizt zu werden braucht.

Die charakteristischsten Strahlen radioaktiver Stoffe bilden indessen die „Becquerelstrahlen". Sie treten geradlinig aus, sind aber nicht homogen, können vielmehr durch die Wirkung des magnetischen Feldes in drei Strahlengruppen zerlegt werden: die α-Strahlen, die gleich den Kanalstrahlen aus positiv geladenen Korpuskeln der Größenordnung des Wasserstoffatoms bestehen und über 95 Proz. der Gesamtstrahlung ausmachen, die den Kathodenstrahlen nahestehenden β-Strahlen, aus negativen Korpuskeln niederer Größenordnung als die Atome ($\frac{1}{1000}$ bis $\frac{1}{2000}$ eines Atoms Wasserstoff), den Elektronen, gebildet, und die den Röntgenstrahlen entsprechenden γ-Strahlen.

Außer diesen Strahlen gibt das Radium eine Emanation ab, welcher alle wesentlichen Eigenschaften eines Gases zukommen. Sie verbreitet sich durch Diffusion in der Luft und in anderen Gasen, läßt sich durch Abkühlung verdichten, ist in Wasser, auch in anderen Flüssigkeiten, löslich und kann aus diesen durch Erhitzen wieder ausgetrieben werden. In einer emanationhaltigen Luft sinkt deren Menge in 3,7 Tagen auf die Hälfte herab, erhält sich aber auf gleicher Höhe, wenn das Radiumpräparat mit der Luft in Berührung bleibt, durch Nachbildung einer der zerfallenen Emanation entsprechenden Menge.

Indem die Emanation als solche verschwindet, „abklingt", verwandelt sie sich in „induzierte Aktivität" um, die sich gleich einem Hauch oder Rauch auf festen Körpern niederschlägt; in verstärktem Maße, wenn diese negativ geladen sind. Man kann auf diese Weise durch Einbringen eines auf etwa — 2000 Volt geladenen Bleidrahtes die induzierte Aktivität auf letzterem sammeln und wie einen festen Niederschlag, am besten mittels eines mit Ammoniak getränkten Lederlappens, abwischen. Aber auch die induzierte Aktivität klingt ab, und zwar sinkt sie in

ca. einer Stunde auf die Hälfte herab. Nach Durchlaufung einer Reihe weiterer Zerfallstadien bildet sie als Endprodukt in der Hauptsache Helium. Die meisten Übergänge von einem Zerfallstadium in ein folgendes sind mit Emission von Strahlen verbunden, wodurch der Mechanismus des Gesamtabbaues des Radiums (α-, β-, γ-Strahlung, Emanation und deren Zerfallphänomene) zu einem sehr komplizierten Vorgang wird.

Bei Unterscheidung verschiedener radioaktiver Stoffe ist man ganz besonders auf die Feststellung dieser Zerfallstadien angewiesen, da die einzelnen derselben gerade durch die „Lebensdauer" ihrer Zerfallprodukte charakterisiert und diese mittels des Elektroskopes leicht zu beobachten sind. Verschwindet von der Radiumemanation in 3,7 Tagen und von der daraus gebildeten induzierten Aktivität in einer Stunde die Hälfte, so klingt z. B. die Emanation des Radiothors schon in einer Minute auf die Hälfte ab, während seine induzierte Aktivität wieder viel beständiger ist und etwa 11 $^1/_2$ Stunden gebraucht, um sich um die Hälfte zu vermindern. Auch die Zahl der Zerfallstadien ist für die einzelnen radioaktiven Elemente verschieden.

Eine plausible Vorstellung über die Ursache der Strahlung radioaktiver Stoffe können wir uns nur bilden auf Grund der Annahme einer Selbstzersetzung der Atome derselben, deren aufgespeicherte sehr große innere Energie — etwa wie bei endothermen Verbindungen — in einem fortwährend verlaufenden Prozeß der Entladung begriffen ist. Während aber die Geschwindigkeit des Verlaufs chemischer Reaktionen durch Änderung der äußeren Bedingungen variiert werden kann, läßt sich der Gang dieser Strahlung nicht beeinflussen. Wenn man deshalb nach bisheriger Definition als Elemente solche Stoffe bezeichnet, die wir mit keinen Mitteln zerlegen können, so trifft diese Definition insofern auch noch auf die radioaktiven Stoffe zu, als diese in der Tat nicht nach Willkür des Experimentators zerlegt und in der Geschwindigkeit dieses Vorganges verändert werden können, dieselben vielmehr lediglich einer freiwilligen Zersetzung unterliegen. Dabei nehmen wir an, daß einzelne Atome des Elementes aus Ursachen, die wir nicht kennen, explosionsartig zerplatzen und dabei Energiestrahlen und Emanation ausstoßen. Die Geschwindigkeit der ausgeschleuderten Korpuskeln ist verschieden; die der α-Strahlen etwa 10 Proz.,

die der β-Strahlen 80—95 Proz. der Lichtgeschwindigkeit. Damit im Zusammenhang sowie mit der Masse der Korpuskeln steht ihr Durchdringungsvermögen, das für die γ-Strahlen größer ist als für die β-Strahlen und für diese wiederum erheblich größer als für die α-Strahlen. So wird die Intensität der Strahlung nach Rutherford um die Hälfte reduziert beim Durchgang der

α-Strahlen	durch	ein	Aluminiumblech	von	0,0005	cm	Dicke
β-Strahlen	„	„	„	„	0,05	cm	„
γ-Strahlen	„	„	„	„	8,0	cm	„

Je dichter die Metalle und überhaupt die Materialien, desto weniger durchlässig sind sie.

Zu den charakteristischen Eigenschaften der von dem Radium ausgehenden Becquerelstrahlen gehört auch die Erregung der Fluoreszenz beim Auftreffen auf den Röntgenschirm, eine mit Platincyanbarium bestrichene Fläche, welcher dadurch hellgrün aufleuchtet, oder auf einen mit Sidotblende überzogenen Schirm, der dadurch ebenfalls aufleuchtet und das sogenannte Scintillieren zeigt. Dabei geht von den getroffenen Stellen ein kleiner Sprühregen heller Funken aus. Auch andere Stoffe, wie z. B. Quarz, Flußspat, gewisse Sorten Glas (besonders Thüringer), das dadurch eine wieder von selbst verschwindende violettbraune Farbe annimmt, werden durch Bestrahlung leuchtend, ganz besonders der Diamant, den man dadurch von Imitationen unterscheiden kann.

Ähnlich den Röntgenstrahlen und den ultravioletten Strahlen des Sonnenlichts zeigen auch die Radiumstrahlen photochemische Wirkung. Diese ist es ja auch gewesen, welche bei der Untersuchung des Verhaltens der Uransalze gegen lichtempfindliche Platten zur Entdeckung der Becquerelstrahlen und in weiterer Folge zur Auffindung des Radiums geführt haben. Man kann dieses Verhalten bis zu einem gewissen Grade zur Beurteilung der Stärke der Radioaktivität benützen, da eine photographische Platte bei völliger Abhaltung gewöhnlichen Lichts um so mehr geschwärzt wird, je reicher an radioaktiver Substanz und je radioaktiver der zur Einwirkung auf die Platte gebrachte Stoff ist. Es lassen sich auf diese Weise vollständige Lichtbilder, sogenannte „Radiographien“ erzeugen, bei denen ähnlich wie bei Röntgenphotographien, nur weniger deutlich, die durchlässigeren Teile auf dem positiven Bilde entsprechend heller erscheinen.

Außer dieser zersetzenden Wirkung auf die Silberverbindungen der lichtempfindlichen Platte zeigen die Radiumstrahlen noch eine ganze Reihe anderer chemischer Wirkungen: Wasser zerfällt in seine Elemente, jedoch merkwürdigerweise unter Entwicklung von etwas weniger als 1 Vol. Sauerstoff auf 2 Vol. Wasserstoff; Jodoform scheidet Jod aus, Papier wird gelb und brüchig usw.

Besonderes Interesse, zumal im Hinblick auf die therapeutische Verwertung des Radiums und seiner Emanation, nimmt seine physiologische Wirkung in Anspruch. Die Haut wird durch Radiumbestrahlung heftig angegriffen, „verbrannt", und Professor Curie zog sich, noch ohne Kenntnis dieser Wirkung, eine nur sehr langsam heilende Hautwunde dadurch zu, daß er ein Radiumpräparat einige Stunden ohne besonderen Schutz in der Tasche bei sich trug. Vor das geschlossene Auge gehalten, wird ein Lichtschein erzeugt, der auch von der Schläfe und dem Hinterkopf aus eintritt, indessen nicht infolge direkter Bestrahlung der Netzhaut, sondern indirekt durch fluoreszierendes Aufleuchten der Augenflüssigkeit. Bei längerer Einwirkung auf das Gehirn treten Lähmungserscheinungen auf, so daß Versuche dieser Art mit Vorsicht durchzuführen sind. — In stark radioaktivem Wasser sterben Fische, ebenso bei direkter Bestrahlung des Kopfes, Mäuse, kleine Vögel, Schmetterlinge u. a. kleine Tiere; Schmetterlingspuppen und Eier büßen ihre Entwicklungsfähigkeit ein. Besonders wichtig ist aber die experimentell nachgewiesene bakterizide Wirkung, da daraus auch auf die Möglichkeit einer Vernichtung von Krankheitserregern geschlossen werden kann. So glauben hervorragende Fachmänner schon günstige Wirkungen gegenüber Hautkrankheiten, Krebs, Rheumatismus, auch gegen Tollwut u. a. konstatiert zu haben; doch sind die Erfahrungen in dieser Richtung noch keineswegs abgeschlossen.[1]

Erreichen die Radiumstrahlen auch nicht die Intensität der Röntgenstrahlen — was übrigens in vielen Fällen nur ein Vorteil sein kann — und werden sie in der Chirurgie für Durchleuchtungszwecke die letzteren deshalb voraussichtlich auch nie ersetzen können, so zeichnen sie sich für andere Heilzwecke durch ihre mildere Wirkung und ihr infolgedessen relativ tieferes Eindringen

---

[1] Siehe darüber F. Bérnard (Bull. gén. d. Therapeut. 1906, Bd. 151 S. 582. Chem. Ztg. 1906, Rep., S. 210). Ferner Stegmann & Just (Wien. Klin. Wochenschrift 1906 No. 25).

ohne gleichzeitig zerstörende Wirkung aus, vor Allem aber auch durch die Leichtigkeit und möglichen Vielartigkeit der Applikation: durch Bestrahlen mittels aufgelegter Radiumpräparate, Injektion radioaktiver Flüssigkeiten, Trinken natürlich aktiver Mineralwasser, Inhalieren emanationshaltigen Gases, Bäder etc.

Eine der eigentümlichsten Eigenschaften der Radiumstrahlen besteht aber darin, daß sie die von ihnen getroffene Luft, auch andere Gase, elektrisch leitend machen. Ein in solche Luft gebrachtes geladenes Elektroskop verliert also seine Ladung, die Blättchen sinken zusammen. Dabei bilden sich durch die Wirkung der Strahlen aus einem kleinen Teil (nur etwa ein Millionstel) der gewöhnlichen Gasmoleküle positiv- und negativ-elektrisch geladene neue Aggregate, die komplexer Natur aber auch Atome sein können, und die trotz ihrer relativ geringen Anzahl ausreichen, um die Entladung eines in dem Gase befindlichen geladenen Körpers zu vermitteln. Man bezeichnet diese Teilchen gewöhnlich als Jonen, obgleich sie mit den gewöhnlichen Jonen dissoziierter Lösungen nichts zu tun haben. Nach ihrer Bildung bleiben sie nur kurze Zeit erhalten und gleichen sich nach wenigen Minuten aus.

Da die Geschwindigkeit der elektrischen Entladung abhängt von der Zahl der Elektrizitätsträger, diese letzteren aber wieder von der Intensität der Strahlung, so besitzt man in der Schnelligkeit der Entladung eines Elektroskopes durch das Medium eines durch Radiumstrahlen jonisierten Gases ein Mittel zur Beurteilung und Messung der Stärke der Radioaktivität. So lange ein Gas unter der Einwirkung derselben Strahlenquelle sich befindet, bleibt auch seine Jonisierung und Leitfähigkeit erhalten.

Bei der Bestimmung der Radioaktivität verschiedener Stoffe muß nun aber berücksichtigt werden, daß die gewöhnliche atmosphärische Luft schon eine geringe zerstreuende Wirkung besitzt. War man früher geneigt, diese Leitfähigkeit auf einen Gehalt der Luft an suspendierten kleinen Flüssigkeits- oder auch festen Teilchen wie Wasserdampf, Staub etc. zurückzuführen, so wiesen demgegenüber Elster und Geitel neuerdings nach, daß solche Suspensionen im Gegenteil die Leitfähigkeit verringern und daß auch ganz reine normale Luft an sich schon stets etwas jonisiert ist, also eine langsame Entladung des Elektroskopes herbeiführt.

Als Ursache erkannten sie die Anwesenheit von Emanation in der Atmosphäre, in welche sie durch Diffusion aus Bodenluft und in diese aus radioaktiven Bestandteilen der Erde gelangt. Letztere ist an verschiedenen Stellen je nach dem Gehalt der Materialien an radioaktiven Stoffen von sehr variabler Aktivität und dementsprechend natürlicherweise auch die damit in Berührung oder in Kommunikation stehende Luft. So findet denn auch in der Luft von Kellern, des Bodens, der Höhlen usw. unter Umständen starke Anreicherung der Radioaktivität statt, wie z. B. in der Baumannshöhle, deren Luft 7 bis 8 mal so aktiv ist, als die der freien Atmosphäre.

Aber auch abgesehen von lokaler Beeinflussung durch radioaktives Material der Erdkruste zeigen sich noch andere größere Verschiedenheiten. So z. B. findet in der Nähe des Meeres und auf großen Höhen raschere Entladung des Elektroskopes statt, als in gewöhnlicher Luft der Ebene. Und merkwürdigerweise scheinen, da das negativ geladene Elektroskop rascher entladen wird als das positiv geladene, auf den Höhen die positiven Elektrizitätsträger, welche die negative Elektrizitätsladung zerstreuen, viel reichlicher gebildet zu sein, als deren negative Antipoden. Man führt diese hohe Leitfähigkeit auf die Wirkung der schon in den hohen Luftschichten stark absorbierten ultravioletten Strahlen der Sonne zurück, wobei positive Träger entstehen.

Anders die hohe Leitfähigkeit der Luft gegenüber negativer Ladung in der Nähe des Meeres. Sie ist hier wahrscheinlich die Folge des Aufprallens der salzigen Teilchen des Meerwassers wobei nach einem Befunde Lenards vorwiegend positive Träger erzeugt werden, während reines, salzfreies Wasser dabei negative Träger liefert. Daher die erheblich stärkere Leitfähigkeit der Seeluft für negative Ladungen, der Luft in der Nähe von Wasserfällen dagegen für positive.

Die Bestimmung der Radioaktivität.

Die Stärke der Radioaktivität natürlicher Stoffe kann bei kräftiger Aktivität zwar annähernd nach deren Wirkung auf lichtempfindliche Platten, für stark aktive Präparate auch schon nach der Luminiszenzwirkung auf den Röntgenschirm beurteilt werden, für genauere,

Messungen von schwachaktivem Material eignet sich jedoch nur die Bestimmung aus der durch Strahlung und Emanation herbeigeführten Leitfähigkeitszunahme der Luft, die sich mittels eines empfindlichen Elektroskopes mit solcher Schärfe feststellen läßt, daß man dabei noch die Anwesenheit des 150 000 sten Teils derjenigen Quantität erkennen kann, die mittels des Spektralapparates noch wahrnehmbar ist.

Für solche Messungen kommen selbstverständlich möglichst empfindliche Elektroskope zur Anwendung, am meisten wohl das Exnersche, welches für die vorliegenden speziellen Zwecke von Elster und Geitel verbessert wurde. Aus der Geschwindigkeit, mit welcher das Elektroskop in einer emanationshaltigen durch die ausgesandten Becquerelstrahlen leitend gewordenen Luft entladen wird, beurteilt man unter Zugrundelegung bestimmter unten näher zu beschreibender Normalien die Stärke der Radioaktivität der bestrahlten Luft und daraus auch diejenige des Materials, welches mit der Luft in Berührung war.

Bestimmung der Radioaktivität des Wassers von Thermalquellen und anderen Mineralquellen. Zur Bestimmung der Radioaktivität eines Wassers kann man entweder nach dem Vorgange von J. J. Thomson, von Himstedt, Mache u. A. einen Luftstrom durch dasselbe hindurchleiten und darauf, da die Emanation wie jedes gelöste Gas von der durchströmenden Luft aufgenommen und mit fortgeführt wird, die Leitfähigkeit dieser Luft mittels des Elektroskopes feststellen, oder aber man kann das radioaktive Gas, um dessen Leitfähigkeit zu bestimmen, nach einer von Henrich benützten Methode durch Kochen des Wassers austreiben und in einem Behälter sammeln, oder endlich wird nach einem vom Verfasser in Gemeinschaft mit H. Sieveking zuerst angewendeten Prinzip das zu untersuchende Wasser in einem Blechbehälter mit dem Mehrfachen seines Volumens Luft durchgeschüttelt und dann die Leitfähigkeit dieser letzteren ermittelt. Da die auf wiederholter Zirkulation eines gleichen Volumens Luft durch das zu untersuchende Wasser basierte Messung der Leitfähigkeit mit ziemlichen Umständen verbunden ist und eine große Apparatur erfordert, auch relativ viel Zeit in Anspruch nimmt, ohne dabei besondere Gewähr für größere Genauigkeit zu bieten, wandten wir uns, nachdem wir einige Zeit nach der Zirkulationsmethode

gearbeitet hatten, der ausschließlichen Benützung des in folgendem geschilderten Apparates[1] zu.

Das Prinzip der Methode besteht darin, daß man in einem geschlossenen Behälter aus Metall eine bestimmte Menge des zu untersuchenden Wassers mit Luft kräftig durchschüttelt, so daß die Emanation zum Teil aus dem Wasser in die Luft übergeht und sich ein Gleichgewicht zwischen Wasser, Luft und Emanation herstellt, worauf man durch Einsenken des Zerstreuungskörpers eines Elektroskopes und Laden des letzteren die Leitfähigkeit der Luft ermittelt. Letztere muß um so leitender sein, je mehr Emanation sie aufgenommen hat, d. h. je radioaktiver das Wasser ist.

In beistehender Figur 1 ist der Apparat abgebildet: A ist eine Kanne aus Messingblech, außen am besten vernickelt, von 22 cm Durchmesser und 25 cm Höhe des zylindrischen Teils. Der konische Deckel ist 3 cm hoch und trägt den 6 cm weiten, 1,6 cm hohen Hals, auf dem der Deckel d sitzt. Letzterer ist massiv gehalten und dient zugleich als Fuß des aufgesetzten Elektroskops Exnerscher Konstruktion, in der von Elster und Geitel für vorliegende Zwecke abgeänderten Form. Der vertikale Stiel mit den Aluminiumblättchen hängt oben in einem isolierenden Bernsteinstopfen und verlängert sich nach unten in den Leitungsdraht, an den man bei a durch Bajonettverbindung den Zerstreuungskörper c anhängen kann. Hahn h hat den Zweck, für den Fall, daß in Folge Kohlensäuregehaltes beim Schütteln Überdruck in der Kanne entsteht, ein entsprechendes Quantum Wasser abzulassen. Der Gesamtinhalt der Kanne beträgt 10 Liter.

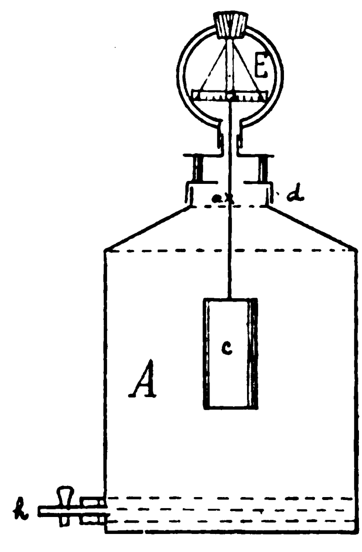


Fig. 1.

Für Durchführung einer Messung wird zunächst der Normalverlust bestimmt. Dazu gibt man bei abgenommenem Elektroskop 1 Liter destillierten oder eines anderen inaktiven Wassers in

[1] Der komplette Apparat, jetzt „Fontaktoskop“ genannt, wird von der Firma Günther und Tegetmeyer in Braunschweig geliefert.

Flasche A, verschließt mit einem großen Kautschukstopfen und schüttelt mäßig $^1/_2$ Min. lang, stellt die Flasche ruhig hin, setzt nach Ablaufen des Wassers das Elektroskop auf und lädt das letztere durch Berührung der Leitstange mittels eines geriebenen Ebonitstäbchens auf 200 bis 300 Volt. Bei der Kapazität unseres Apparates von 13,6 beträgt der Potentialabfall in gewöhnlicher Luft unter sonst normalen Verhältnissen 15 bis 30 Volt in der Stunde (Normalverlust).

Das zu untersuchende Wasser wird, sofern es nicht schon kalt ist, durch Abkühlung auf Zimmertemperatur gebracht und in genau abgemessener Menge in die Flasche gegeben. Bei mittelaktivem Wasser nimmt man 1 Liter, bei ganz schwach aktivem 2, bei stark aktivem Wasser $^1/_2$ beziehungsweise $^1/_4$ Liter; jedenfalls gehe man für genaue Messungen über einen Potentialabfall von 4000 Volt womöglich nicht hinaus. Nun wird wieder mit Stopfen verschlossen, $^1/_2$ Min. geschüttelt und genau so verfahren, wie bei Bestimmung des Normalverlustes. Von dem jetzt erhaltenen und auf 1 Stunde und 1 Liter Wasser umgerechneten Potentialabfall wird der Normalverlust in Abzug gebracht, der Restbetrag der im Wasser verbliebenen Emanation unter Zugrundelegung des Absorptionskoeffizienten, für gewöhnliche Temperatur 0,23, dagegen hinzuaddiert.

Wiederholt man nach nur kurzer Zeit die Messung, so findet man eine Zunahme der Leitfähigkeit, was durch die aus der Emanation gebildete „induzierte Aktivität", welche stärker zerstreuend wirkt, veranlaßt ist. — Die Korrektur der durch induzierte Aktivität hervorgerufenen Aktivitätszunahme wird in folgender Weise durchgeführt. Man leere nach beendigter Ablesung die Kanne, entferne sämtliche Luft durch Vollgießen der Kanne mit inaktivem Brunnen- oder Flußwasser, lasse das letztere wieder ablaufen und bestimme eine Viertelstunde nach der letzten Ablesung mit dem Versuchswasser neuerdings den Potentialabfall. Da die induzierte Aktivität des Radiums in $^1/_4$ Stunde auf 90 % des Anfangswertes sinkt, so hat man den gefundenen Aktivitätswert mit $^{10}/_9 = 1{,}1$ zu multiplizieren, um denjenigen Wert zu erhalten, den man für die induzierte Aktivität abzuziehen hat.

Nach dem Vorschlage H. Maches rechnet man den gefundenen Potentialabfall auf elektrostatische Einheiten (E. S. E = i)

um, multipliziert diese aber, um keine zu kleinen Zahlen zu erhalten, mit 1000 (Mache-Einheit $= i \times 10^3$).

Auch die Natur der Strahlung läßt sich mittels des beschriebenen Apparates ziemlich genau bestimmen. Man hat nur die Geschwindigkeit der Abklingung der induzierten Aktivität durch eine Reihe aufeinanderfolgender Beobachtungen festzustellen, um sie in einer Kurve graphisch darzustellen.

Genauer wird aber diese Feststellung, wenn man aus einer größeren Menge des Versuchswassers die Emanation mittels Luft auf dem Zirkulationswege in ein Blechgefäß von etwa 200 Liter hineintreibt, einen Bleidraht von ca. 1/2 m Länge einsenkt, auf —2000 Volt oder mehr lädt und nun für die auf dem Drahte niedergeschlagene induzierte Aktivität die Abklingungskurve bestimmt. Nach dieser Methode wurde für das Wasser der Büttquelle in Baden-Baden die nebenstehende Kurve (Fig. 2) ermittelt und dadurch die Natur des in dem Wasser gelösten radioaktiven Stoffes als diejenige der Radiumemanation bestimmt.

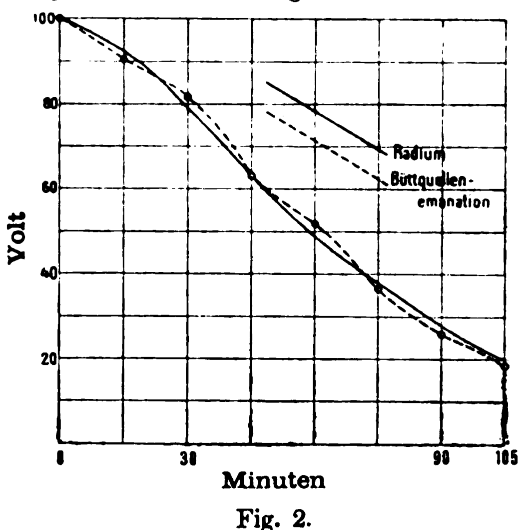
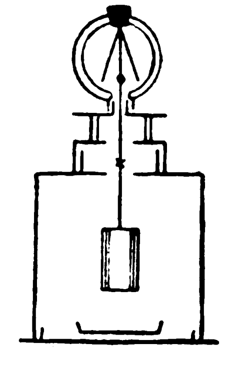


Fig. 2.

Wenn festgestellt werden soll, ob in einem Wasser neben Emanation auch noch Radium als solches in irgend einer Salzform gelöst ist, so wird dasselbe gründlich ausgekocht, wieder abgekühlt und in dem Apparat in gewöhnlicher Weise geprüft. Zeigt es jetzt oder nach einiger Zeit noch Aktivität, so rührt sie von gelöstem Radiumsalz her. In vielen Fällen lassen sich in aktivem Wasser ganz geringe Mengen davon nachweisen.


Fig. 3.

Bestimmung der Radioaktivität fester Stoffe. Dieselbe kann mittels des von Elster und Geitel angegebenen Apparates erfolgen, doch läßt sich dazu auch mit Vorteil das etwas

abgeänderte, oben beschriebene „Fontaktoskop" verwenden. Statt des fest mit der Kanne verbundenen Bodens zeigt die nebenstehende Figur 3 eine Messingplatte mit aufgesetztem Rand, über welchen ein weiter Blechzylinder gestülpt wird. Der obere Teil des Apparates hat dieselbe Einrichtung wie die Flasche für die Messung der Aktivität des Wassers. Die zu untersuchende feste Substanz wird auf einem Teller oder einer Schale ausgebreitet (Normalmenge 125 Gramm) und nun der Potentialabfall in gewöhnlicher Weise mittels des Elektroskopes beobachtet. Nach dieser Methode wurde eine Reihe von Quellsedimenten auf Radioaktivität geprüft.

Untersuchung der Quellsedimente der Thermen von Baden-Baden.

Der Schlamm der Thermen hat, wie wir wissen, schon in alter Zeit, ähnlich wie heute der Fango der Thermalquellen von Battaglia bei Padua, vielfach zu Heilzwecken gedient. In neuerer Zeit hat die Entdeckung von Elster und Geitel[1], daß in solchen Sedimenten radioaktive Stoffe sehr oft in weit größerer Konzentration wie in den meisten Erden und Mineralien vorkommen, erneut die Aufmerksamkeit auf diese Materialien gelenkt, deren beste Proben, wie z. B. diejenigen einiger Quellen von Baden-Baden, einen etwa hundertmal so großen Gehalt an radioaktiver Substanz zeigen, wie der Fango.

Der Schlamm setzt sich teils schon in den Quellenbecken selbst, vornehmlich aber in den Leitungen ab, die das Wasser der Quellen zu den Bädern führen. Merkwürdigerweise sind sowohl die von den verschiedenen Quellen desselben Thermalgebietes abgesetzten Sedimente als auch die von ein und derselben Quelle an verschiedenen Stellen der Leitung niederfallenden Schlamme von sehr verschiedener Beschaffenheit. Je weiter man sich vom Quellenaustritt entfernt, um so kalkreicher wird der Schlamm; in den letzten Sammelbehältern fällt fast reines Calciumkarbonat aus. Man kann annehmen, daß die Bildung des Schlammes von zwei Faktoren abhängt, dem Zutritt des Sauerstoffs der Luft einerseits und dem Verluste der in Form von Bikarbonaten halb gebundenen Kohlensäure andererseits. Dies erklärt die z. B. bei der Ursprung- und Kloster-

[1] J. Elster und H. Geitel, Phys. Zeitschr. V p. 321, 1904.

quelle auffällige Erscheinung, daß am Quellenaustritt ein dunkler, mangansuperoxydreicher, am Ende der Leitung ein heller, kalkreicher Schlamm ausfällt. Bei allen Quellen ist der zuerst ausfallende Schlamm am stärksten radioaktiv, was sich leicht dadurch erklärt, daß gelöste radioaktive Stoffe, wie man sehr oft beobachten kann, durch den ersten erzeugten Niederschlag zum größten Teil mitgerissen werden.

Die Verschiedenheit der Zusammensetzung der Sedimente der einzelnen Quellen zeigt folgende Tabelle, die die Resultate der auf meine Veranlassung durch die Herren Assistent Ed. Hoffmann (I, II, III), Schohl (IV) und Assistent Frommel (V) ausgeführten Analysen enthält.

100 g enthalten	Schlamm der				
	Friedrichs-Quellen	Ursprung-Quelle	Kloster-Quelle	Kirchen-Quelle	Freibad-Quelle.
$BaSO_4$ . . .	0,660	0,400	2,404	—	4,769
$CaSO_4$ . . .	0,952	0,942	4,464	1,348	4,314
$Ca_3(AsO_4)_2$.	0,412	0,805	0,332	0,613	0,106
$MnCO_3$ . . .	1,138	—	—	—	2,119
$CaCO_3$ . . .	13,222	39,160	12,750	9,566	21,215
$CaSiO_3$ . . .	18,890	1,763	4,477	4,312	3,602
$Al_2(SiO_3)_3$ . .	27,490	25,915	18,078	18,074	17,016
$MgSiO_3$ . . .	8,176	11,639	2,002	12,891	5,886
SiO_2	5,276	1,850	29,740	16,903	19,232
MnO_2 . . .	—	3,440	5,360	3,962	2,760
Fe_2O_3 . . .	18,540	8,312	9,350	25,410	13,421
TiO_2	0,730	0,696	0,279	0,536	0,440
H_2O	6,570	4,100	11,780	5,311	4,565
	102,056	99,022	101,016	98,926	99,445
Spuren . . .	Kupfer	Kupfer	Kupfer	—	Kupfer
„ . . .	—	Wolfram	—	—	Wolfram
„ . . .	—	Phosphors.	—	—	—
Aktivität 125 g Volt/Stdn.	1000	3000	4000	700	2500

Die am Ende noch angeführten Zahlen für die Aktivität der einzelnen Schlammsorten entstammen zum Teil einer Arbeit von Elster und Geitel[1], zum Teil sind sie im hiesigen Laboratorium neu bestimmt worden.

Schon an dieser Stelle sei auf den relativ hohen Gehalt verschiedener Schlamme an Bariumsulfat, dessen Anwesenheit mit dem Radium höchst wahrscheinlich in naher Beziehung steht, aufmerksam gemacht. Gerade das an Bariumsulfat reichste Sediment (Freibadquelle) erwies sich in der Folge als dasjenige, aus dem sich ein relativ reiches, deutlich selbstleuchtendes Radiumpräparat herstellen ließ. — Mit besonderer Sorgfalt wurden alle Schlammsorten auf die Anwesenheit von Thor geprüft, es gelang jedoch auch unter Anwendung der schärfsten Methoden nicht, auch nur eine Spur dieses Elementes aufzufinden.

Von Interesse ist der hohe Gehalt an Mangan, welches teils als Mangansuperoxyd in den dunkeln Schlammen, teils als Mangankarbonat in den hellen Sedimenten vorhanden ist. Es liegt hier eine interessante Analogie mit den Sedimenten und Neubildungen (Reisacherit) der stark radioaktiven Gasteiner Thermalquellen vor. Auch die Anwesenheit relativ bedeutender Mengen Titan, sowie Spuren von Kupfer in sämtlichen Quellsedimenten und von Wolfram in einigen derselben verdient gegenüber früheren Befunden Beachtung.

Es war aber nicht allein der starke Gehalt an radioaktiver Substanz an sich, der den Schlamm zu einem so interessanten Objekt für wissenschaftliche Untersuchungen machte.

Die physikalische Analyse hatte zu einem merkwürdigen Resultat geführt. Dieselbe gestattet, wie weiter oben ausgeführt, aus der Kurve der Abklingung der durch ein radioaktives Material induzierten Aktivität einen Schluß auf das die Aktivität bedingende radioaktive Element zu ziehen. Elster und Geitel hatten nach dieser von ihnen ausgearbeiteten Methode den Schlamm geprüft, aber keine Kurve gefunden, die mit einer der für die bekannten radioaktiven Elemente charakteristischen übereinstimmte. Es lag also ein neues bis dahin unbekanntes radioaktives Element vor oder, und dieser Ansicht neigten die beiden Forscher zu,

[1] loc. cit.

man hatte mit der Anwesenheit mehrerer zu rechnen, deren Kurven sich übereinander gelagert hatten. Unsere Prüfung des Ursprung-Schlammes führte, wie die nebenstehende Abbildung, Fig. 4, zeigt, zu einem ganz ähnlichen Verlauf der Kurve.

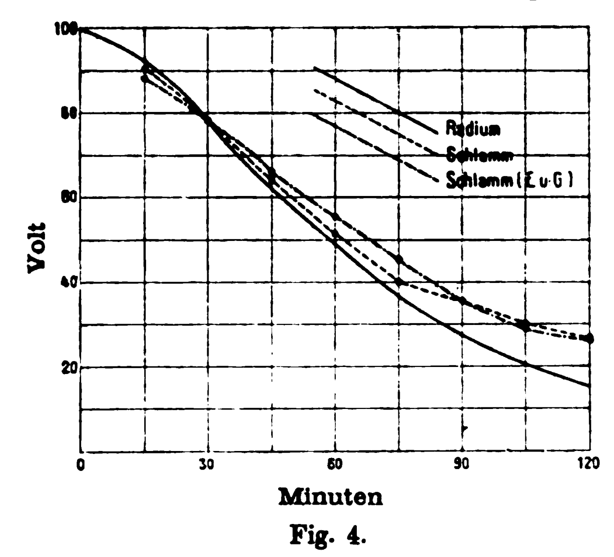


Fig. 4.

Klarheit konnte hier also nur eine chemische Zerlegung schaffen, die auch, auf Anregung des Sanitätsrates Schliep in Baden, zuerst von Elster und Geitel unternommen wurde.[1] 200 g Schlamm der Ursprungquelle wurden mit konzentrierter Salzsäure ausgezogen und in der salzsauren Lösung mit Schwefelsäure eine Fällung erzielt, die im wesentlichen aus Bariumsulfat bestand und stark aktiv war, deren physikalische Analyse jedoch noch keinen sicheren Schluß auf das darin enthaltene radioaktive Element zuließ. Im Filtrat ließ sich mit Ammoniak eine beträchtliche Menge Substanz fällen, die vorwiegend aus Oxyden des Eisens und Mangans bestand, aktiv war und nach der physikalischen Analyse Thor enthalten mußte, es gelang jedoch nicht, dasselbe chemisch darin nachzuweisen.

Der Bariumsulfatniederschlag wurde in Lösung gebracht und aus der Lösung durch Fällen mit Ammoniak ein Niederschlag erhalten, der aus den durch die Bariumsulfatfällung mitgerissenen Oxyden bestand. Er war stark aktiv und die Aktivität sollte nach der physikalischen Analyse auch hier durch Thor bedingt sein. Merkwürdigerweise zeigte er eine viel größere Aktivität als ein gleichschweres Thorpräparat. Die Aktivität ließ sich sogar durch Auflösung und Wiederfällen mit Oxalsäure noch erheblich konzentrieren.

Das vermutete Radium sollte sich im Filtrat von der letzten

[1] J. Elster und H. Geitel, Phys. Zeitschr. VI p. 67, 1905.

Ammoniakfällung befinden. Es gelang auch, durch Eindampfen einige stark aktive Kryställchen zu erhalten. Die Gesamtaktivität war jedoch zu schwach, um eine erfolgreiche physikalische Analyse durch Bestimmung der Abklingungsgeschwindigkeit zu ermöglichen.

Von großer Wichtigkeit war das andere erhaltene Resultat; die Gewinnung eines Präparates, das Thoremanation abgab, aber viel stärker aktiv war, als bis dahin bekanntes Thor. Dieses galt bis dahin als ein einheitlich aktiver Körper von einer bestimmten Stärke der Radioaktivität. Indessen war diese Anschauung schon ins Wanken geraten, als es einigen Forschern gelungen war, aus verschiedenen Mineralien Thor zu gewinnen, das gar keine aktiven Eigenschaften zeigte. Es lag nahe zu denken, daß die aktiven Eigenschaften des gewöhnlichen Thors durch eine geringe Beimengung von einer an sich viel stärker aktiven Substanz verursacht seien. Dann hätte es aber auch möglich sein müssen, diese Substanz in konzentrierterer Form zu gewinnen, was aber bisher nicht gelungen war. Man sieht leicht, von welcher Bedeutung für diese Frage die Resultate der Forschungen von Elster und Geitel waren.

Diese selbst waren in der Bewertung ihrer Ergebnisse sehr vorsichtig. Das stärkste ihrer Thorpräparate hatten sie aus einer Lösung erhalten, die vermutlich auch Radium enthielt. Sie erachteten es doch nicht für ganz ausgeschlossen, daß Radium oder eine andere stark aktive Substanz (Emanium, Aktinium) für die abnorme Aktivität ihrer Thoremanation gebenden Präparate verantwortlich zu machen sei und sie glaubten deshalb, die Frage mit den geringen Mengen Material, die ihnen zur Verfügung standen, nicht entscheiden zu können.

Auf Veranlassung von mir griff Herr F. A. Weber diese Frage auf. Es standen anläßlich der Reinigung der Stollen der Quellen einige Kilogramm stark aktiven Schlammes zur Verfügung, bei deren Verarbeitung wir uns der überaus wertvollen persönlichen Auskunftserteilung der Herren Professoren Elster und Geitel zu erfreuen hatten. Es sei ihnen, ebenso wie Herrn Professor Giesel, auch an dieser Stelle für ihre Unterstützung der verbindlichste Dank ausgesprochen.

Zunächst gelang es, die Versuchsergebnisse von Elster und Geitel durch Wiederholung zu bestätigen.

Für die Verarbeitung einer größeren Menge Schlamm, zunächst

2 kg der Ursprungquelle, wurde eine andere Methode gewählt. Das Material wurde unter Zusatz von Schwefelsäure mit Salzsäure ausgekocht. Wie erwartet, fand sich das Radium mit dem durch die Schwefelsäure unlöslich gemachten Barium im Rückstand. Hier konnte es durch die physikalische Analyse nachgewiesen werden. Nach Aufschließen des Rückstandes durch Kochen mit Alkalikarbonat-Lösung ließ es sich zusammen mit dem vorhandenen Barium isolieren und auch durch fraktionierte Krystallisation von der größten Menge desselben trennen. Ein derart durch oft wiederholtes Umkrystallisieren der ersten Ausscheidungen erhaltenes Präparat zeigte ein ganz schwaches Selbstleuchten und brachte den Platincyanbariumschirm zum Fluoreszieren. Nebenstehend ist in Fig. 5 der Verlauf der Abklingungskurve im Vergleich mit derjenigen des reinen Radiums nach Curie abgebildet.

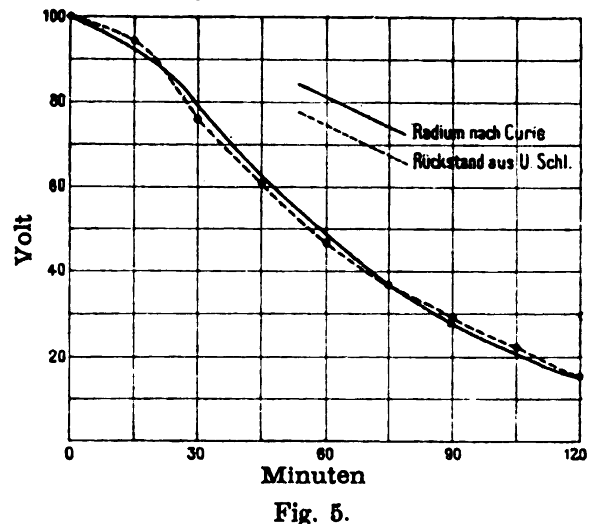


Fig. 5.

Das andere aktive Element war beim Kochen mit Salzsäure in Lösung gegangen, wie sich dies zeigte, als sie mit Ammoniak gefällt wurde. Der erhaltene Niederschlag, hauptsächlich aus Oxyden des Eisens und Mangans bestehend, war stark aktiv; die physikalische Analyse wies auf einen Gehalt an Thor hin. Ein Versuch, dasselbe mit Oxalsäure zu fällen, mißlang wie zu erwarten war, da ja, wie die chemischen Analysen unzweifelhaft festgestellt hatten, Thor nicht in chemisch nachweisbaren Mengen im Schlamm enthalten war.

Um die aktive Substanz von der großen Menge des Eisens und Mangans zu trennen, wurde ein gegenüber den bisherigen abgeändertes Verfahren eingehalten. Der gesamte Niederschlag wurde in konzentrierter Oxalsäure gelöst. In dieser Lösung wurde durch Zusatz von Schwefelsäure und nachher von etwas Bariumsalz eine Fällung von Bariumsulfat künstlich hervorgerufen.

Es zeigte sich, daß, wie erwartet, der größte Teil der aktiven Substanz mitgerissen worden war. Das Bariumsulfat zeigt diese Eigenschaft manchmal auch in salzsaurer Lösung. Man hatte dann jedoch nie mit Sicherheit auf ein Resultat rechnen können. In den allermeisten Fällen wurde nichts mitgerissen, während dies, wie spätere Versuche zeigten, in stark oxalsaurer Lösung immer der Fall war.

Die Bariumsulfatfällung wurde aufgeschlossen und aus der Lösung mit Ammoniak eine geringe Menge Substanz gefällt. Dieselbe war so stark aktiv, daß eine physikalische Analyse ausgeführt werden konnte, die nach der Geschwindigkeit der Abklingung auf das Vorhandensein von Thoremanation wies, während wir anderseits festgestellt hatten, daß das Thor selbst in Spuren nicht nachzuweisen war. Nebenstehend in Fig. 6 die beobachtete Abklingungskurve der induzierten Aktivität des Bleidrahtes: Gegenüber der gewöhnlichen Thorkurve zeigt der Verlauf der von uns beobachteten Abklingungskurve das für sehr schwache Thoremanation charakteristische anfängliche Ansteigen.

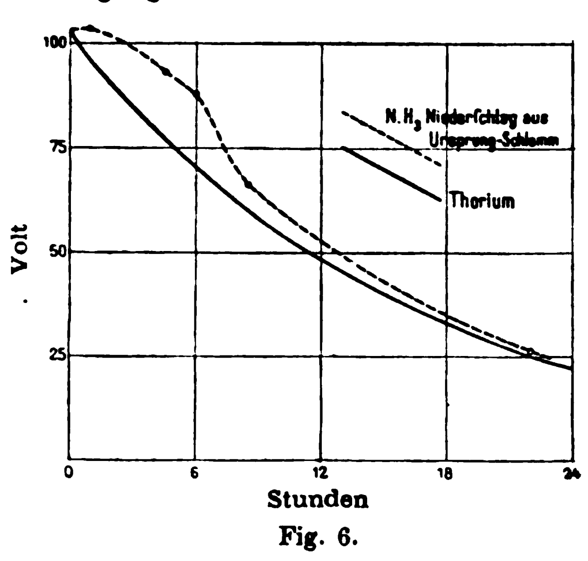


Fig. 6.

Bei dem so erhaltenen Präparat war jetzt eine Beeinflussung der Aktivität durch einen Radiumgehalt ausgeschlossen, da die Lösung, aus der es gewonnen war, kein Radium enthalten hatte, das ja, wie erwähnt, von vorneherein im Rückstand geblieben sein mußte, während Elster und Geitel ihr Präparat aus einer Lösung ausgeschieden hatten, die noch eine andere aktive Substanz enthielt.

Nach derselben Methode wurden auch 2,5 kg Schlamm der Klosterquelle verarbeitet und die Anwesenheit von Radium nachgewiesen. Die Thoremanation gebende Substanz war darin

in zu geringer Menge enthalten, um durch die physikalische Analyse mit Sicherheit erkannt zu werden.

Umgekehrt liegen die Verhältnisse bei dem Schlamm der Kirchenquelle, in welchem Herr Schohl Thoremanation gebende Substanz nach der oben beschriebenen Methode konzentrieren und identifizieren konnte, während sich der wahrscheinlich sehr geringe Radiumgehalt dem Nachweis entzog. Dieser Befund steht in Übereinstimmung mit dem Fehlen des Bariumsulfates in dem Schlamm dieser Quelle (siehe S. 81).

Herrn Frommel ist es dann in meinem Privatlaboratorium gelungen, aus 1 kg Schlamm der Freibadquelle ein stark selbstleuchtendes Präparat von Radium-Bariumbromid zu gewinnen. Auch hier zeigt sich eine Übereinstimmung in dem hohen Radiumgehalt mit der relativ großen Menge des in dem Schlamm aufgefundenen Bariumsulfates (4,77 p. C.).

Während der Dauer dieser Untersuchungen war aus dem Laboratorium von Sir. W. Ramsay eine Arbeit von O. Hahn[1] erschienen, die sich ebenfalls mit einem Körper beschäftigte, der Thoremanation aussendete, aber viel stärker aktiv als gewöhnliches Thor war.

In Ceylon hatte man ein neues Mineral gefunden, das, da es 75 Prozent Thor enthielt, den Namen Thorianit bekam. Es zeichnete sich durch ungewöhnlich starke Aktivität aus. Ramsay kaufte die ganze verfügbare Menge von 2,5 Zentner.

In einer Fabrik wurde das Material auf radiumhaltiges Barium verarbeitet. Hieraus sollte O. Hahn durch fraktionierte Krystallisation der Bromide ein Radiumpräparat gewinnen. Unregelmäßigkeiten bei der Anreicherung der Aktivität führten zu der Entdeckung, daß neben dem Radium noch eine andere aktive Substanz zugegen war, die Thoremanation aussendete, nach der Reinigung schließlich aber mehrere hunderttausendmal so aktiv war, als gewöhnliches Thor. Hahn gab ihr den Namen Radiothor, weil es wahrscheinlich war, daß sie das erste Umsetzungsprodukt des Thors darstelle.

---

[1] O. Hahn. Proc. Roy. Soc. 76, 115—117, 1905.

Die ersterwähnten Untersuchungen lassen keinen Zweifel mehr daran, daß im Thermalschlamme der Badener Quellen ebenfalls Radiothor enthalten ist und daß somit den Herren Elster und Geitel der Ruhm gebührt, die Existenz dieses neuen Elementes, welches die Thorkurve zeigte, indessen kein Thor sein konnte, an der Abklingungskurve im Baden-Badener Thermalquellenschlamm als möglich oder wahrscheinlich zuerst beobachtet zu haben. Der definitive Nachweis des Vorhandenseins von Radiothor und ebenso die Isolierung des Radiums und dessen Identifizierung durch die Abklingungskurve ist durch die vorstehend beschriebenen Versuche erbracht worden.

Wie schon oben bemerkt, konnte Thor in keiner der untersuchten Schlammsorten nachgewiesen werden, ebenso wenig gelang aber auch der Nachweis von Uran, trotzdem dabei aufs sorgfältigste nach dem neuerdings auch von Zerban[1] empfohlenen Laubeschen Verfahren[2] gearbeitet wurde. Will man deshalb der aus guten Gründen stark betonten Auffassung zustimmen, daß auf primärer Lagerstätte sich das Radium stets in Gesellschaft von Uran befindet — und ebenso wohl auch die aktiven Thorsubstanzen stets in Gesellschaft gewöhnlichen Thors —, so ist daran zu denken, daß der Quellschlamm ein sekundäres Produkt ist, das sich aus den in tieferen Gesteinschichten ausgelaugten, an der Luft zum Teil wieder ausgeschiedenen Stoffen zusammensetzt. Dabei ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß durch beispielsweise kohlensäurehaltiges Wasser nur das Radium und nicht das Uran, nur der aktive Thorbegleiter und nicht das Thor in Form von Bikarbonat gelöst wird, sich also schon in der Tiefe ein natürlicher Scheidungsprozeß vollzieht, infolgedessen Uran und Thor dort zurückbleiben.

Unsere erste Vermutung, daß die radioaktiven Bestandteile der Badener Thermen stets mit dem Mangan gehen, weil in der Tat mehrere der zuerst von uns untersuchten, dunkeln mangansuperoxydreichen Schlamme sich als besonders stark aktiv erwiesen, eine Wahrnehmung, welche Mache auch bei den Gasteiner Quellschlammen gemacht hat, ließ sich für die Badener Thermen nicht als endgültig richtig erweisen, denn die Aktivität des

[1] Berl. Ber. 36, 39II; 38, 557.
[2] Zeitschr. f. angew. Chemie 1889, 575.

Schlammes der Büttquelle und der Kühlquelle mit 17,64 bezw. sogar 41,73 Prozent[1] Mangansuperoxydgehalt entspricht entfernt nicht diesem hohen Mangansuperoxydgehalt. Da es sich ferner hierbei um die beiden kühlsten Quellen der Thermen von Baden-Baden handelt und da das Wasser der Büttquelle bei ganz schwach aktivem Schlamm die höchste Aktivität aufweist, so kommt man zu der Annahme, daß die radioaktiven Stoffe sich hauptsächlich nur in der Hitze rasch genug mit dem Mangan ausscheiden. Bezüglich des Radiums, welches in seinem chemischen Verhalten mit dem Barium geht, ist an die Ausscheidung in Form unlöslicher Manganitverbindungen zu denken. Schon lange sind ja solche von Barium und von Calcium bekannt. Dahingehende Versuche, wobei in einer nur minimale Mengen Radiumbromid enthaltenden Flüssigkeit zugesetztes Mangansalz in Superoxydform ausgeschieden wurde, haben diese Voraussetzung bestätigt, fast die gesamte Aktivität der Radiumlösung befindet sich im Mangansuperoxyd-Niederschlag. Bemerkenswert bleibt immerhin die im allgemeinen hohe Aktivität des Schlammes oder des Wassers bei hohem Mangansuperoxydgehalt des ersteren.

Von anderen Elementen, welche früher schon mit dem Vorkommen von radioaktiven Stoffen in Verbindung gebracht wurden, ist neben dem Barium nur noch das Titan zu nennen, dessen Mengen indessen auch nicht in Proportionalität mit der Aktivität von Schlamm oder Wasser steht.

Aus welchem Gestein und welchen Gesteinsbestandteilen die Badener Thermen ihre Radioaktivität entnehmen, ist somit noch nicht aufgeklärt. Kommen sie, worauf der sehr ähnliche Salzgehalt schließen läßt, aus einer gemeinschaftlichen Urquelle, die sich durch verschiedene Spalten und Risse der Gesteinsschichten in die einzelnen Quellen teilt, so kann die Aufnahme der Radioaktivität ebensowohl schon in der Tiefe der Urquelle erfolgen, als auch, da die geteilten Quellarme im ganzen die gleichen Gesteinsschichten passieren, in höheren Regionen. Die verschiedene Temperatur der Quellen ist wohl nur die Folge des verschiedenen raschen Laufes ihres Wassers in den oberen kälteren Schichten,

---

[1] Der hohe Gehalt des Schlammes der Kühlquelle an Mangansuperoxyd wurde durch eine in der Großh. chem.-technisch. Prüfungs- und Versuchsanstalt ausgeführte Analyse konstatiert, welche mir Herr Geh. Oberbergrat Honsell freundlichst zur Verfügung stellte.

wobei das langsamer aufsteigende Wasser sich stärker abkühlt, als das rasch laufende. Anderseits kann das heiße Wasser weniger Radiumemanation gelöst halten, zumal wenn auch nach oben zu der Druck abnimmt, wodurch es sich erklären dürfte, daß die kühleren Quellen die radioaktivsten sind. Im ganzen halte ich es für wahrscheinlicher, daß die radioaktiven Stoffe der Badener Thermen nicht aus großen Tiefen der Erde heraufdringen, sondern den oberen Verwitterungsschichten entstammen.

Die Thermalquellen von Baden-Baden entspringen einem auf dem rechten Ufer des Oosbaches gelegenen Bergabhang, der auf seiner ersten Terrasse das noch bewohnte Großh. Schloß trägt. Das Gestein gehört dem unteren Rotliegenden an und besteht in der Hauptsache aus Tonschiefer mit einzelnen Tonbänken und Arkosesandstein, Verwitterungsprodukten granitischer Massen. In der Richtung gegen das Schloß steht quarzreicher Granit an, das häufig beobachtete Muttergestein radioaktiver Quellen. Ganze Halden eines aus den Thermalwassern an der Luft ausgeschiedenen Sinters sind einzelnen Quellmündungen vorgelagert.

Als bemerkenswert, indessen durch die jetzt nachgewiesene Mitwirkung der Emanation von Radiothor erklärlich, muß noch hervorgehoben werden, daß eine volle Übereinstimmung der Stärke der Radioaktivität des Schlammes mit der Menge des darin enthaltenen Radiums nicht vorhanden zu sein scheint, wie sich bei näherer Betrachtung der Radioaktivität des Schlammes der Baden-Badener Thermalquellen ergiebt. Die Radioaktivität von 125 Gramm trockenen Schlamms, gemessen im Elster-Geitelschen Apparat für trockene Stoffe, ergab die folgenden Resultate:

			Verlust in Volt pro Stunde
Schlamm	der	Büttquelle	schwach aktiv
„	„	Murquelle	200
„	„	Freibadquelle	2500
„	„	Friedrichsquellen	1000—1500
„	„	Ursprungquelle	3000
„	„	Kühlquelle	1000
„	„	Klosterquelle	4000—5000
„	„	Fettquelle	100
„	„	Kirchenquelle	600—800

Der Schlamm der Freibadquelle zeigt z. B. bei sehr hohem Gehalt an Bariumsulfat nur eine mittlere Radioaktivität von 2500 Volt und es gelingt relativ leicht, daraus ein stark selbstleuchtendes Radium-Bariumbromid zu isolieren, während es nur sehr schwer möglich ist, aus dem rund doppelt so aktiven Schlamm der Klosterquelle ein sehr schwach leuchtendes Radiumpräparat darzustellen. Man erhält bei der Verarbeitung dieser Materialien den Eindruck, als ob auch für das Radium komplexere Verbindungen existieren müßten und vielleicht in den Sedimenten enthalten seien, welche die volle Strahlungswirkung hemmen, so daß diese erst durch die Umsetzung mit aufschließenden Agentien z. B. Umwandlung von Radium-Silikat oder -Sulfat in Radiumkarbonat, vielleicht auch von Doppelsalzen zur vollen Entwicklung kommt. Auch die Anreicherung der Thoremanation nach längerer Zeit in Fällungen des Radiothors, das zeitweise Verschwinden und spätere Wiederhervortreten derselben gehört zu den noch nicht genügend aufgeklärten Phänomenen.

Ganz ohne Zusammenhang ist die Stärke der Radioaktivität des Schlamms zu derjenigen des betreffenden Wassers, wovon man sich leicht durch einen Vergleich der Angaben auf der Tabelle (Seite 90) mit den Radioaktivitätswerten derselben Quellen (Seite 95) überzeugen kann. Dem stark aktiven Wasser der Büttquelle entspricht ein ganz schwach aktiver Schlamm, während z. B. das nur schwach aktive Wasser der Klosterquelle einen sehr aktiven Schlamm aufweist. Auch bei hoch radioaktiven Thermen von Süditalien, z. B. der radioaktivsten Quelle überhaupt, derjenigen von Lacco Ameno auf der Insel Ischia, konnte ich einen nur auffallend schwach aktiven Schlamm konstatieren. Ob vielleicht auch hier durch Aufschließung stärkere Aktivitätswerte zu erzielen sind, müssen weitere Untersuchungen lehren.

Die radioaktiven Mineralquellen.

Durch die Untersuchungen der Frau Curie, ganz besonders aber der Herren Elster und Geitel, hat man zuerst Kenntnis von der großen Verbreitung des Radiums erlangt. Zwar tritt es in der Erdkruste nur selten in relativ nennenswerten Mengen auf, aber es ist schwer, Materialien fester oder flüssiger Form zu finden, welche völlig frei von Radioaktivität sind. In einer

überaus großen Zahl von Gesteinen, Erden, Tonen usw. haben die letztgenannten Forscher den Nachweis für die Anwesenheit von Radium oder doch Radiumemanation geführt. Das Vorkommen in Heilquellen ist zuerst von H. S. Allen[1] beobachtet, und zwar in dem Wasser der 46—47° warmen Thermalquelle von Bath. Bumstead und Whealer[2] wiesen dann die Radioaktivität des Wassers aus tiefen Schächten nach und bald darauf veröffentlichte Himstedt[3] seine Untersuchungen, in denen er die Radioaktivität einer großen Zahl von Thermal- und anderen Mineralquellen nachwies, unter diesen die bis dahin radioaktivste Murquelle von Baden-Baden.

In der Folge wandte man sich dann allerorts auch der Untersuchung der Mineralquellen, besonders der Heilquellen, mit solchem Eifer zu, daß Borne[4] anfangs des Jahres 1905 in seinem Berichte über die radioaktiven Quellen erklären mußte, daß ihm eine auch nur annähernd vollständige Wiedergabe der zahlreichen, auf diesem Gebiete ausgeführten Untersuchungen völlig unmöglich sei. Das Interesse für diese Frage war von dem rein physikalisch-chemischen auch auf das medizinische Gebiet übergegangen.

Daß ein Zusammenhang vorhanden sein könne zwischen Radioaktivität gewisser Mineralquellen und ihrer heilkräftigen Wirkung war ein naheliegender Gedanke, und Allen hat dann auch gleich in seiner ersten Publikation (a. a. O.) über die Radioaktivität des Thermalwassers von Bath schon ausdrücklich darauf hingewiesen, ebenso Himstedt. Der „Brunnengeist", der nach sehr verbreitetem altem instinktiven Volksglauben in den Heilquellen steckte und hier seine örtliche heilkräftige Wirkung zeigte, tauchte — als Ergebnis neuester exakter wissenschaftlicher Forschung — als Emanation wieder aus der Tiefe der Quellschachte hervor. Und in der Tat ist ja in der Radioaktivität der Mineralquellen eine Eigenschaft aufgefunden, die nur an Ort und Stelle des Austritts derselben zu voller Wirkung kommen kann, weil die Emanation, wie wir wissen, vergänglich ist und deshalb bei längerem Transport verschwindet. Auch die gewissermaßen prophetischen Worte Liebigs (S. 67) fanden jetzt ihre Erfüllung, denn

---

[1] „Nature", Bd. 68 (1903), S. 343.
[2] Americ. Journ. of science 1908, Sept.
[3] Ber. d. Naturforsch. Ges. Freiburg i. B., 1904, S. 81.
[4] Jahrb. d. Radioaktivität, Bd. 2 (1905), S. 103.

„elektrischer" Natur war ja die neuentdeckte Strahlung des Wassers dieser Heilquellen.

Da man im weiteren Verfolg dieser Untersuchungen gerade in vielen solcher Quellen, in denen besonders wirksame Bestandteile bisher nicht hatten aufgefunden werden können, so daß es an einer Erklärung ihrer heilkräftigen Wirkung fehlte, einen Gehalt an Radiumemanation entdeckte, war es naheliegend, gerade für diese besonderen Fälle die Radioaktivität als das wirksame Agens in Anspruch zu nehmen. Zu den Mineralquellen dieser Art gehörten gerade eine ganze Anzahl der von altersher berühmtesten Gesundbrunnen, wie z. B. diejenigen von Gastein, einzelner Quellen von Baden-Baden, von Wildbad, Plombières, Vichy u. a. m.

Der Auftrag, den ich im April 1904 von dem Großh. Ministerium des Innern erhielt, die Radioaktivität der Badener Thermalquellen zugleich mit einer erneuten im Laboratorium von Herrn Geh. Hofrat Bunte durchgeführten chemischen Analyse des Wassers derselben, zu bestimmen, gab mir die Veranlassung, zunächst der Frage der Bestimmungsmethoden dafür näher zu treten, eine Arbeit, welche ich in Gemeinschaft mit dem derzeitigen Privatdozenten der Physik, Dr. H. Sieveking, vornahm und die im Hinblick auf die Unvollkommenheiten der bisherigen Methoden zu der Schaffung des weiter oben beschriebenen neuen Apparates führte. Nachdem sich dann mit Hilfe dieses Apparates Aktivitätsbestimmungen an Ort und Stelle leicht ausführen ließen, haben wir eine größere Zahl von Thermal- und anderen Mineralquellen einer vergleichenden Prüfung auf Radioaktivität unterworfen.[1]

In der folgenden Zusammenstellung sind die Resultate dieser Bestimmungen der Radioaktivität, welche im Verlaufe der letzten zwei Jahre von mir (E) in Gemeinschaft mit Herrn Dr. H. Sieveking (S) oder auch von einem von uns beiden allein, sowie endlich von dem Assistenten des Chemischen Laboratoriums, Herrn W. Frommel (F), ausgeführt worden sind, enthalten.

Als Apparat diente unser auf S. 77 beschriebenes „Fontaktoskop" mit Elektroskop Nr. 1512, bei einer Kapazität des Apparates von 13,6. Die Bestimmung erfolgte durchweg an der Quelle

---

[1] Die Untersuchungen wurden teilweise auch mit Mitteln durchgeführt, welche uns von Großh. Ministerium der Justiz, des Kultus und Unterrichts, sowie durch eine Spende des Vereins chem. Fabriken zu Mannheim zur Verfügung gestellt wurden.

selbst oder in unmittelbarer Nähe derselben, so daß von der Entnahme des Wassers bis zur Messung im Apparat fast immer nur einige Minuten verstrichen. Die verwendeten Wassermengen betrugen gewöhnlich 1 Liter, bei stark aktivem Wasser $^1/_2$—$^1/_4$ Liter. Im übrigen wurden bei Durchführung der Versuche die oben gegebenen Vorschriften genau eingehalten.

Die Angaben enthalten den für 1 Liter direkt beobachteten oder auf 1 Liter umgerechneten Potentialabfall in Volt pro 1 Stunde abzüglich des Normalverlustes, indessen ohne Korrektur für die noch im Versuchswasser der Kanne befindliche Emanation, sowie auch ohne Berücksichtigung der bei kohlensäurehaltigen Wassern vor dem Ablesen verdrängten Wassermengen. Dagegen ist die induzierte Aktivität in früher beschriebener Weise in Abzug gebracht, wenn nicht — wie in sehr vielen Fällen — die mit diesen korrigierten Werten fast völlig übereinstimmende jeweilige erste Ablesung ohne Korrektur zugrunde gelegt wurde. Präzise und sichere Vergleichswerte bieten in der folgenden Zusammenstellung jedoch nur die unter Berücksichtigung der Kapazität des Apparates und der übrigen Korrekturen berechneten Angaben in elektrostatischen Einheiten nach Mache, d. h. des Wertes E. S. E. multipliziert mit 1000 oder $i \times 10^3$ (Mache-Einheiten), welche besonders auch bei Anwendung verschiedener Apparate und Bestimmungsmethoden allein eine einigermaßen sichere Grundlage für den Vergleich des Grades der Radioaktivität verschiedener Quellen darbieten[1].

Endlich sei noch vorausgeschickt, daß die Angaben über die Temperatur der untersuchten Thermalquellen teils der Spezial-Literatur über die bezüglichen Bäder entnommen sind, teils auf Angaben der Quellenbesitzer beruhen. Es kann deshalb eine Verantwortung für die Genauigkeit dieser Zahlen nicht übernommen werden.

---

[1] Es ist dringend anzuraten, bei Dosierung radioaktiver Wassermengen für therapeutische Zwecke nicht die mit der Kapazität der Apparate wechselnden Angaben in Voltabfall, sondern diejenigen in Mache-Einheiten zu gebrauchen.

A. Thermalquellen.

Datum der Bestimmung	Bezeichnung der Quelle	Temp. in C°	Potential-Abfall in Volt minus Normalverlust pro Liter u. Stunde	Mache-Einheiten i × 10³	Beobachter
	Baden-Baden.				
1904/05	Büttquelle	23,5	6900 bis 10 000	82—126	E. & S.
„	Murquelle	59	2020	24,0	„
„	Freibadquelle	60,5	782	9,9	„
„	Friedrichsquelle	67,8	528	6,7	„
„	Ursprungquelle	62	466	6,0	„
„	Kühlquelle	52,9	456	5,8	„
„	Klosterquelle	62,2	456	5,8	„
„	Fettquelle	63,5	355	4,5	„
„	Kirchenquelle	56,3	264	3,3	„
Juni, Juli 06	Salzgrabenquelle	—	300—403	3,8—4,9	„
	Bad Gastein.[1]				
1905 26./27. Juni	Grabenbäcker Quelle	36,3	11920	149,0[2]	E. & S.
	Elisabeth-Stollen, südl. Quelle .	46,0	11200	140,2	„
„	„ „ Hauptquelle .	46,8	9800	122,4	„
„	„ „ nördl. Quelle	42,5	1600	20,9	„
„	Chorinsky-Quelle, Hauptquelle	47,1	9750	121,9	„
	„ „ nördl. Quelle		6850	85,8	„
„	Rudolf-Stollen	46,9	5500	68,8	„
„	Franz-Joseph-Stollen, Hauptquelle	39,0	4350	54,6	„
„	Franz-Joseph-Stollen, vordere Quelle		4350	54,6	„
„	Chirurgen-Quelle	47,1	3160	39,6	„

[1] Diese Temperaturangaben nach H. Mache (Monatsh. f. Chem. 1905, XXVI, S. 357).

[2] H. Mache (a. a. O.) findet 155.

Datum der Bestimmung	Bezeichnung der Quelle	Temp. in C°	Potential-Abfall in Volt minus Normalverlust pro Liter u. Stunde	Mache-Einheiten i × 10³	Beobachter
	Karlsbad.[1]				
1905	Eisenquelle	8,4	3800	47,5	E. & S.
23. Juni	Schloßbrunnen	30,2	700	8,8	„
„	Felsenquelle	54,8	420	5,3	„
„	Kaiserbrunnen	46,2	340	4,3	„
„	Sprudel	72,5	33	0,4	„

[1] Auch die Temperaturen dieser Quellen nach Mache (a. a. O.) mit Ausnahme des Sprudel (nach Raspe „Heilquellen-Analysen").

Datum der Bestimmung	Bezeichnung der Quelle	Temp. in C°	Potential-Abfall	Mache-Einheiten	Beobachter
	Wildbad.				
1905	Bohrloch Nr. 1, Cabine 22 . .	36,8	200	2,5	E. & S
14. März	„ Nr. 4, Großes Herrenbad	36,1	190	2,4	„
„	Bohrloch Nr. 6, Großes Frauenbad	37,6	250	3,2	„
„	Bohrloch Nr. 7, Großes Frauenbad	37,9	150	1.8	„
„	Bohrloch Nr. 8, Fürstenbad I .	33,7	170	2,1	„
„	„ Nr. 13, Männerbad IV	37,1	230	2,9	„
„	„ Nr. 14, „ III	35,8	200	2,5	„
„	„ Nr. 16, Frauenbad III	36,0	260	3,3	„
„	„ Nr. 17, „ II	37,4	200	2,5	„
„	„ Nr. 23, Fürstenbad IV	36,2	220	2,7	„
„	„ Nr. 29, Cabine 31 (18?)	36,8	130	1,6	„
„	Kaltes Quellwasser von Wildbad		18	0,2	„
	Italienische Thermalquellen.				
	Abano bei Padua				
28. Sept. 05	Sorgente Montirone centrale	87	401	5,0	E.
„	Sorgente Montirone, kühlste Quelle[1]	45,5	208	2,5	„
	Battaglia bei Padua				
„	Surgone Grotta	74	473	5,7	„
„	Pozzo artesiano[1]	72	386	4,6	„
„	Wasser aus Fango-See[2] . .	(warm)	212	2,5	„

[1] Entnahme konnte, weil in großem Bassin, nur unter Verlust von Emanation erfolgen.

[2] In diese Seen münden die Quellen, welche mit warmem Wasser den Fango führen. Letzterer setzt sich in den See-Bassins ab und wird von Zeit zu Zeit herausgeschaufelt.

Datum der Bestimmung	Bezeichnung der Quelle	Temp. in C°	Potential-Abfall in Volt minus Normalverlust pro Liter u. Stunde	Mache-Einheiten i × 10³	Beobachter
	Aqui in Piemont				
9. Sept. 05	Obere Schwefel-Therme . .	72	62	0,7	E.
"	Untere " " (Bassin)	—	98	1,2	"
	Castellamare (Stabilimento confluente)				
22. Sept. 05	Acidola (stark kohlensäurehaltig)	13,3	1876	22,6	"
"	Rossa	13,8	485	5,8	"
"	Ferrato del Pozzilio . . .	14,3	481	5,8	"
"	Magnesiaca	14,7	333	4,0	"
"	Muraglione	17,7	225	3,1	"
"	San Vincenzo	15,1	140	1,7	"
"	Sorgente Media	14,7	134	1,6	"
	Neapel (Stadt)				
24. Sept. 05	Quelle in der Nähe des Hotel Hassler(kohlensäurehaltig)	—	218	2,7	"
"	Manzi (kalte Quelle) . . .	—	77	1,0	"
"	Wasserleitung (aus den Apenninen)	—	16	0,2	"
	Bagnoli bei Neapel				
20. Sept. 05	Manganello	—	217	2,6	"
"	Domenico Tricarico . . .	50-52	155	1,9	"
	Agnano bei Neapel				
"	Purgativo	90	160	1,9	"
"	Apollo-Wasser	—	122	1,5	"
"	Sprudel (mit Schlamm) . .	75	39	0,5	"
	Pozzuoli (Municipio)				
"	Aqua media	kalt	149	1,8	"
"	Sorgente	38	115	1,4	"
"	Subvenito Momini dei Girolamini	?	96	1,2	"
"	Aqua di Santa Lucia . . .	?	93	1,1	"

Datum der Bestimmung	Bezeichnung der Quelle	Temp. in C°	Potential-Abfall in Volt minus Normalverlust pro Liter u. Stunde	Mache-Einheiten i × 10³	Beobachter

Insel Ischia.

Datum der Bestimmung	Bezeichnung der Quelle	Temp. in C°	Potential-Abfall in Volt minus Normalverlust pro Liter u. Stunde	Mache-Einheiten i × 10³	Beobachter
18. Sept. 05	**Porto d'Ischia (Stabilimento communale)**	65	391	4,7	E.
"	**Olmitello**	kalt	87	1,1	"
"	**Cerriglio (St. Sebastiano b. Forio)**	"	77	0,9	"
"	**Citara (Südküste bei Phare Imperatore)**	"	56	0,7	"
	Casamicciola				
17. Sept. 05	Manzi II	72	187	2,2	"
"	Manzi I	85	113	1,4	"
"	Therme »Piesco« v. Lucibello I	60	172	2,1	"
"	" " " " III	—	151	1,8	"
"	" " " " II	—	126	1,5	"
"	Therme Belliazzi	60	95	1,2	"
"	Sorgente Pisciarello (kalt) .	—	167	2,0	"
	Lacco Ameno, Therme Regina Isabella				
19. Sept. 05	Altrömische Quelle (Haupt-Felsenquelle	—	3726	44,9	"
"	Therme Regina Isabella (neue Quelle)	—	3061	36,9	"
27. April 06	Altrömische Quelle (kleines rundes Sammel-Bassin)[1] .	57	30888	372,2	"

[1] Schon am 26. hatte ich eine Bestimmung der Aktivität dieser Quelle ausgeführt. Da ich aber ohne Ahnung von der großen, ungewöhnlichen Aktivität ein zu großes Quantum Wasser angewandt hatte, konnte wegen raschen Zusammenfallens der Elektroskop-Blättchen nur sehr ungenau abgelesen werden (gefunden 25858 Voltabfall = 311,5 Mache-Einheiten). Deshalb wurde am folgenden Tag der Versuch mit $^1/_4$ Liter wiederholt (siehe oben). Es muß in der Folge kontrolliert werden, ob die Quelle diese hohe Aktivität dauernd besitzt oder ob sie wechselt, vielleicht auch ob die enorm hohe Aktivität mit der gleichzeitigen großen Vesuveruption zusammenhängt. Die gefundene Aktivität beträgt mehr als das Doppelte der bis jetzt bekannten stärkstaktiven Quellen, selbst der aus dem Stollen der Uranpecherzgruben von Joachimsthal austretenden Quelle, für welche H. Mache $i \times 10^3 = 185$ fand (Monatsh. f. Chem. 1905, B. 26, S. 618).

B. Kalte Quellen.

Datum der Bestimmung	Bezeichnung der Quelle	Potential-Abfall in Volt minus Normalverlust pro Liter u. Stunde	Mache-Einheiten $i \times 10^3$	Beobachter
	Kniebis (Renchtal)-Bäder.			
	Bad Griesbach.			
29. Juli 05	Badquelle[1]	2000	26,0	E. & S.
„	Karls-Quelle	1800	22,7	„
„	Antonius-Quelle	1540	19,4	„
„	Josephs-Quelle	1300	16,4	„
„	Undinen-Quelle	1000	13,0	„
„	Christian Dolls-Quelle . . .	1000	13,0	„
„	Melusinen-Quelle	700	8,8	„
„	Antons-Quelle (beim „Adler") .	700	8,8	„
„	Quelle bei der „Linde" . . .	300	3,9	„
„	Schrempp	250	3,3	„
	Bad Peterstal.			
30./31. Juli 05	Sophien-Quelle	329	4,3	F.
„	Peters-Quelle	309	4,0	„
„	Roberts-Quelle	206	2,7	„
„	Salz-Quelle	inaktiv.		„
	Dorf Peterstal.			
„	Karl Boschert	597	7,8	„
„	Schlüsselbad, Sophienquelle .	453	5,9	„
„	„ Adolfsquelle . .	412	5,4	„
„	Stahlbad (Schmiederer) . . .	155	2,0	„
	Bad Freyersbach.			
„	Gas-Quelle	567	7,4	„
„	Salz-Quelle	412	5,4	„
„	Alfreds-Quelle	276	3,6	„
„	Friedrichs-Quelle	247	3,2	„
„	Lithium-Quelle	134	1,7	„
„	Süß-Quelle	134	1,7	„
	Bad Antogast.			
„	Antonius-Quelle	1236	16,0	„
„	Peters-Quelle	602	7,8	„
„	Schwefel-Quelle	457	5,8	„
„	Stahl-Quelle	577	7,5	„

[1] Infolge schwieriger Wasserentnahme ist der Befund eher zu klein als zu groß.

Datum der Bestimmung	Bezeichnung der Quelle	Potential-Abfall in Volt minus Normal-verlust pro Liter u. Stunde	Mache-Einheiten 1 × 10³	Beob-achter
	Bad Rippoldsau.			
28. Juli 05	Wenzels-Quelle	170	2,1	E. & S.
"	Josephs-Quelle	140	1,8	"
"	Leopolds-Quelle (schwefelhaltig)	100	1,3	"
"	Bad-Quelle	90	1,1	"
	Sirnitz-Wasserleitung nach Badenweiler.			
5. Juni 06	Sammelschacht „Hirschmatt" (6 Quellen)	1007	12,1	E.
"	Sammelschacht „Gefällmättle" (6 Quellen)	898	10,8	"
"	Langmatt (Einzelquelle) . . .	702	8,5	"
"	Sammelschacht sämtlicher 14 Quellen[1]	631	7,6	"
"	Sirnitz-Leitungswasser in Badenweiler[2]	258	3,4	"

[1] Etwa 2 Kilometer unterhalb des Ursprungs der Quellen.
[2] 8 Kilometer vom Ursprung entfernt.

Italien.

Datum der Bestimmung	Bezeichnung der Quelle	Potential-Abfall	Mache-Einheiten	Beobachter
	Fiuggi bei Anticoli (Campagna), kohlensäurehaltig.			
15. Sept. 05	Direkt aus der Quelle . . .	1629	19,6	E.
29. April 06	Direkt aus der Quelle . . .	1639	19,8	"
15. Sept. 05	Im Kurgebäude.	1412	17,0	"
29. April 06	Drei-Röhrenbrunnen im Hof .	1188	14,3	"

Aus den obigen Resultaten läßt sich der Schluß ziehen, daß unter den verschiedenen Gesundbrunnen, soweit bis jetzt bekannt, die Thermalquellen die höchsten Radioaktivitätswerte aufweisen, daß aber unter diesen die nur schwach warmen radioaktiver sind als die sehr heißen. In ein und demselben Thermalgebiet sind deshalb auch gewöhnlich die kühlsten Quellen die aktivsten.

An der Spitze sämtlicher von uns bis jetzt untersuchten radioaktiven Mineralquellen steht das Wasser der schon zu alt-

römischer Zeit benützten Therme „Regina Isabella" zu Lacco Ameno auf der Insel Ischia mit 372 Mache-Einheiten; es folgt Gastein mit 149 (Grabenbäckerquelle; nach Mache 155), Baden-Baden mit 126 (Höchstwert der Büttquelle), Wiesbaden mit 60,8 (Höchstwert der Schützenhofquelle nach Henrich[1]), Castellamare mit 22,6 (Acidola) u. s. w. Aber auch notorisch kalte Quellen zeigen oft sehr starke Aktivität. So die Eisenquelle bei Karlsbad 47,5, die Badquelle von Bad Griesbach im Schwarzwald 26, Fiuggi in der Campagna bei Anticoli rund 20, Antogast (Schwarzwald) 16, die Sirnitzquellen (Schwarzwald) 12 usw.

Das Gestein, welchem die stärkstaktive Therme von Lacco Ameno entquillt, gehört dem trachytischen Tuff des unruhigen altvulkanischen Gebietes der Insel Ischia an. Einem ähnlichen Gestein entspringt die starkaktive kalte Quelle von Fiuggi, während die Gasteiner aus Gneis, die Baden-Badener Thermen aus Granit, beziehungsweise deren Verwitterungsmassen austreten. Aus granitischem Gestein scheinen die meisten radioaktiven Quellen zu entspringen.

Zu der oben gegebenen Zusammenstellung des Grades der Radioaktivität von Heil- und anderen Quellen ist weiter zu bemerken, daß zwar die aufgeführten Werte, da bei deren Feststellung ein und derselbe Apparat und ein und dieselbe Untersuchungsmethode zur Anwendung kamen, einen zuverlässigen Vergleich der Stärke der Aktivität der verschiedenen Quellen zulassen, daß jedoch auch diese Vergleichswerte nur einen relativen Wert besitzen können für die jeweiligen äußeren Bedingungen, unter denen die einzelnen Quellen sich bei der Probeentnahme befanden. Nach unseren Erfahrungen, die mit denjenigen übereinstimmen, welche H. Mache an den Marienbader Quellen gemacht hat, zeigen viele Mineralquellen einen wechselnden Aktivitätsgrad. Abgesehen von tieferliegenden Ursachen, die wir vielleicht noch nicht kennen, dürften in erster Reihe die sogenannten Tagewasser oder Nieder-

[1] Nach freundlicher brieflicher Mitteilung des Herrn Prof. F. Henrich, welcher neuerdings die Wiesbadener Thermalquellen mittelst des Fontaktoskopes untersucht und mir die vorläufige Mitteilung seines Resultates erlaubt hat, zeigt auch die dortige stärkste, die Schützenhofquelle (50° C.), wechselnde Aktivität. Beobachtet: 3851—4316 Voltabfall (corr.) = 54,3—60,8 Mache-Einheiten. Der Kochbrunnen (68° C.) ergab 10,2, die Spiegelquelle (66° C.) 6,6, die Adlerquelle (64,6° C.) 5,3 Mache Einheiten.

schlagswasser von Regen, Schneeschmelze usw. einen großen Einfluß auf die Stärke der Aktivität ausüben, wenn sie, was in vielen Fällen an der Wasserzunahme bei starkem Regen offensichtlich ist, in den oberen Boden- oder porösen Gesteinsschichten sich den Mineralquellen zugesellen. So ergab beispielsweise früher die Büttquelle bei andauerndem Regen relativ niedrige (82 M. E.), später bei Wasserklemme sehr hohe (über 120 M. E.) Werte. Ob diese Beeinflussung durch die neuerdings auf Veranlassung Dr. R. Stegmanns durchgeführte Neufassung der Quelle beseitigt ist, kann erst nach längerer Kontrolle der Aktivität dieses Wassers, welche wir eingeleitet haben, festgestellt werden. Schon vor der Neufassung der Büttquelle hatten wir zu Zeiten annähernd dieselbe hohe Aktivität konstatiert.[1] Auch der Gehalt der Murquelle und einer Anzahl anderer von uns untersuchten Quellen ist schwankend, und ob überhaupt die Radioaktivität irgend einer Quelle völlig konstant bleibt, wissen wir keineswegs. So viel aber kann aus den bis jetzt durchgeführten Untersuchungen geschlossen werden, daß stark aktive Quellen stets stark aktiv bleiben und nie ins Gegenteil umschlagen, sondern nur innerhalb gewisser Grenzen schwanken. Und ebenso bleiben auch die schwachaktiven im allgemeinen als solche erhalten. So hat sich denn auch die Büttquelle von Baden-Baden trotz ihrer erheblichen Schwankungen bisher auch bei ihrem niedersten Stande stets als die radioaktivste Quelle des Deutschen Reiches erwiesen. Bezüglich der aufgeführten Quellen von Wildbad vermute ich, daß sie vielleicht, da die Bestimmung ihrer Radioaktivität nach langem starkem Regen erfolgte, bei erneuter Prüfung erheblich höhere Aktivitätswerte ergeben werden, und auch bei anderen dürfte dies der Fall sein. Natürlich wird aber auch das umgekehrte vorkommen. Hier können nur während längerer Zeit durchgeführte Kontrollbestimmungen entscheiden. Einrichtungen solcher Kontrollen, die an Ort und Stelle von Ärzten oder Apothekern mittelst der jetzt vervollkommneten Apparate leicht durchgeführt werden könnten, sind dringend anzuraten.

Daß salzreiche Thermen, aber auch andere salzreiche Mineralquellen, im allgemeinen keine hohe Radioaktivität zeigen, ist be-

[1] Zeitschr. f. Elektrochemie 1905, S. 717.

greiflich, wenn man sich erinnert, daß die die Aktivität bedingende Emanation sich wie ein Gas verhält und sonach in salzhaltigem Wasser sich nur in geringerer Menge lösen kann als in salzarmem oder salzfreiem. Aus dem gleichen Grunde sind im allgemeinen in ein- und demselben Thermalgebiet, wie schon oben bemerkt, die weniger warmen Quellen (Grabenbäcker Quelle in Gastein, Büttquelle in Baden-Baden, Schützenhofquelle in Wiesbaden, Acidola in Castellamare) radioaktiver als die heißeren.

Die Ansicht, wonach der hohe Gehalt mancher Thermalwasser damit zusammenhängen soll, daß diese aus tieferen Schichten, gewissermaßen dem Erdinnern, entstammen und aus diesen an Radium reicheren Massen reichlicher Emanation aufnehmen, läßt sich auf Grund unserer Wahrnehmungen hoher Radioaktivitätswerte bei ganz kalten Mineralquellen nicht aufrecht erhalten. Viel wahrscheinlicher ist es, daß die Aufnahme in weiter nach oben liegenden Verwitterungsschichten erfolgt und daß diese Aufnahme durch die aufschließende Wirkung des warmen Wassers der Thermen nur begünstigt wird.

Lehrreich ist vielleicht auch noch die Wahrnehmung einer starken Abnahme der Radioaktivität beim Durchleiten des Wassers durch lange Rohrleitungen. In dem durch eine Leitung von ungefähr 10 Kilometer Länge, von Wildbad-Gastein nach Hof-Gastein, gegangenen Thermalwasser konnten wir fast gar keine Radioaktivität mehr finden, und in der 8 Kilometer langen Leitung von der Sirnitz im Schwarzwald nach Badenweiler sinkt die Aktivität von 11—12 auf rund 3 Mache-Einheiten herunter. Theoretisch sollte allerdings durch Leitung in einer völlig geschlossenen Röhre von der Emanation ebensowenig etwas verloren gehen, als von dem Kohlensäuregehalt eines Säuerlings. Bei schlechten und defekten Leitungen jedoch, welche Zu- und Austritt von Gasen gestatten, insbesondere aber bei Leitungen, wie z. B. derjenigen von der Sirnitz nach Badenweiler, in welche behufs Aufnahme und Vereinigung verschiedener Quelleitungen Sammelschachte eingeschaltet sind, müssen große Verluste an Emanation erfolgen, weil diese aus dem bewegten Wasser rasch an die Luft abgegeben wird. Bei Trinkkuren wird man deshalb auch vermeiden, das Wasser hoch herunter in das Glas plätschern zu lassen, denn unbemerkt entweicht dabei die Emanation und schwindet die Radioaktivität.

Sollten sich die Voraussetzungen und Hoffnungen erfüllen, die man auf die therapeutische Bedeutung der Radioaktivität vieler Heilquellen setzt, sollte es sich, was nach den neuesten Erfahrungen eher als nicht der Fall zu sein scheint, bestätigen, daß es der Gehalt an Radiumemanation altberühmter Gesundbrunnen ist, dem diese ihre heilkräftige Wirkung verdanken, so steht man staunend vor der Tatsache, daß es dem menschlichen Geiste auf dem Wege reiner Erfahrung gelingen konnte, zu so sicherer Erkenntnis der Wirkung eines Stoffes zu gelangen, der höchstens zu Billionsteln in dem Wasser enthalten ist und dessen direkte Wahrnehmung sich unseren Sinnen weit mehr verbirgt, als die irgend einer anderen Substanz oder Energieform. Wir sehen, hören, riechen, schmecken, fühlen nichts und doch hat der Mensch gleichartige heilkräftige Wirkungen von Mineralquellen an den verschiedensten, oft in weiten Fernen voneinander gelegenen Orten erkannt.

Ebenso hat er aber merkwürdigerweise auch schon herausgefunden und stets an dem Glauben festgehalten, daß nur das frisch der Erde entquellende und an Ort und Stelle benützte Mineralwasser seine volle heilkräftige Wirkung ausübt. Der bekannte Arzt Hufeland hat dieser Überzeugung vor jetzt schon bald hundert Jahren in den folgenden Worten prägnanten Ausdruck verliehen[1]: „Unstreitig ist der Gebrauch der Mineralwässer aus der Quelle, d. h. aus den lebendigen Händen der Natur selbst, der einzig wahre, und bei welchem allein man das Naturprodukt ganz und in seiner vollen Kraft und Reinheit genießt. Sie sind so reich an flüchtigen Stoffen, die wir schon kennen, daß die geringste Trennung vom Ganzen, von ihrer gewöhnlichen Temperatur, der bloße Übergang aus ihrem unterirdischen Laboratorium zur ersten Berührnng mit Tageslicht und atmosphärischer Luft schon eine höchst beträchtliche Entmischung in diesen feineren Stoffen bewirken muß, so daß man sie, genau genommen, unmittelbar aus der Quelle mit den Lippen trinken sollte (so wie der Säugling nur an seiner Mutter Brust die wahre Lebensmilch trinkt); und da sich dies nicht wohl tun läßt, wenigstens in der möglichsten Schnelligkeit den Becher zum

---

[1] Hufeland, „Übersicht der vorzüglichsten Heilquellen Deutschlands" 1815, nach Stegmann & Just (Wien. Klin. Wochenschr. 1906, No. 23).

Munde führen sollte; denn gewiß ist jeder Augenblick Verzögerung auf diesem Wege mit großem Verluste der Heilkraft verbunden. Dasselbe gilt vom Bade." „Dies alles erregt bei mir die Vermutung, daß die vulkanische Hitze entweder weit inniger mit dem Mineralwasser gebunden ist als die gewöhnliche, oder aber, daß sie etwas ganz anderes ist als die gewöhnliche und daß sie es allein ist, die jenen Quellen die außerordentliche Kraft mitteilt, auf den Organismus einzuwirken, und daß sie als ein neuer Stoff für chemische und medizinische Untersuchung zu betrachten ist."[1]

Bewahrheitet es sich, wie es den Anschein hat, definifiv, daß es die radioaktiven Stoffe und ihre Emanationen sind, auf denen die Heilkraft vieler Gesundbrunnen beruht, so hat jener alte Volksglaube und haben die ahnungsvollen Worte Hufelands durch die neuesten Forschungen eine wissenschaftliche Erklärung und eine glänzende Bestätigung gefunden.

---

[1] Auch schon von Paracelsus u. a. Jatrochemikern werden ähnliche Ansichten vertreten.

Die Bedeutung

der

flüssigen und scheinbar lebenden Kristalle

für

die Theorie der Molekularkräfte

von

Geh. Hofrat Dr. O Lehmann.

Die Genauigkeit und Vollständigkeit, mit welcher sehr viele physikalische Erscheinungen in ihrem ganzen Verlaufe vorausberechnet werden können, erweckt leicht die irrige Vorstellung, das System von Begriffen und von mathematischen Beziehungen zwischen denselben, welches den wesentlichen Inhalt der Physik bildet, sei bereits ein vollkommenes und die Aufgabe des Physikers sei eigentlich nur, zu ermitteln, wie sich die der Rechnung noch nicht zugänglichen Erscheinungen dem System eingliedern lassen. Um so verblüffender wirkten daher Entdeckungen wie die der Hertzstrahlen, der Röntgenstrahlen und Becquerelstrahlen, insofern sie erkennen ließen, daß selbst auf den bestuntersuchten Gebieten noch sehr wesentliche Lücken vorhanden waren.

Die Unmöglichkeit physikalischer Erklärung der bei Organismen sich abspielenden Vorgänge, trotz der unzweifelhaften Gültigkeit der physikalischen und chemischen Gesetze auch auf diesem Gebiete, weist darauf hin, daß speziell die Physik der Materie oder Molekularphysik noch mit vielen Unvollkommenheiten behaftet sein muß. Nur aufmerksame Beobachtung und logische Prüfung des experimentell Gefundenen kann hier zur Aufklärung führen. Die bekannten Analogien zwischen dem Wachstum der Kristalle und dem der Organismen veranlaßten mich deshalb schon vor 34 Jahren, den Kristallisationserscheinungen besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden, in der Hoffnung, irgendwelche Anhaltspunkte zu weiterer Feststellung der Wirkungsgesetze der Molekularkräfte zu finden. Alle Mühe schien aber zunächst vergebens, denn, von Kleinigkeiten abgesehen, gleichen sich zwei verschiedene Kristallbildungen wie ein Ei dem andern, sogar die bis dahin nur selten untersuchte Bildung der Kristalle in einem festen Medium, wie sie bei der Umwandlung polymorpher Modifikationen auftritt, erwies sich von der gewöhnlichen Kristallisation aus Lösungen nur dadurch verschieden, daß, anscheinend infolge der

großen inneren Reibung, welche sich der „molekularen Umlagerung“[1] naturgemäß entgegenstellen mußte, keine gleich vollkommenen, modellartigen Gestalten erhalten wurden, wie aus Lösungen. Der Reibungswiederstand sollte sich nach der damaligen Auffassung[2] auch insofern geltend machen, als nicht wie bei Lösungen bei Überschreitung einer gewissen Temperatur (Sättigungs- bezw. Umwandlungstemperatur) im einen oder andern Sinne Kristallwachstum oder Auflösung, bezw. Umwandlung oder Rückumwandlung erfolgt, sondern eine beträchtliche, durch die Größe der inneren Reibung bestimmte Überhitzung bezw. Unterkühlung bis zu einer sogenannten „Grenztemperatur“ erforderlich wäre, derart, daß etwa die Mitte zwischen den beiden Grenztemperaturen der Sättigungstemperatur bei Lösungen entspräche. Das erste neue Ergebnis meiner Untersuchungen, zunächst bei Ammoniumnitrat, bei welchem ich vier (später fünf) polymorphe Modifikationen auffand, war das, daß eine Überhitzung oder Überkühlung nicht eintritt, vielmehr die Umwandlung vorwärts und rückwärts bei derselben Temperatur sich vollzieht, falls nur die beiden Modifikationen sich in inniger Berührung befinden oder höchstens durch eine dünne Schicht Lösung getrennt sind, in welch letzterem Fall die Umwandlung infolge der verschiedenen Löslichkeit der beiden Modifikationen eintritt. Im ersten Fall wird gewöhnlich infolge der Volumveränderungen die Berührung der beiden Modifikationen bald da, bald dort aufgehoben, wodurch die Unregelmäßigkeiten der entstehenden Form sich erklären lassen.

Die Existenz der neu entdeckten „Umwandlungstemperatur“[3] warf ein helles Licht auf diesen speziellen Fall der Kristallisation, sie lehrte, daß dabei Reibungswider-

---

[1] So nannte man damals den Vorgang, weil nach der Raumgittertheorie des Polymorphismus (Kontinuitätstheorie der Aggregatzustände) das Raumgitter der Moleküle einfach in ein anderes übergehen sollte ohne Änderung der Moleküle selbst.

[2] Siehe Gibbs, thermodynamische Studien 1876, deutsch von W. Ostwald 1892, S. 43, Anm. 1.

[3] Bereits Frankenheim hat deren Existenz vermutet. Nach Ostwald, Lehrb. d. allg. Chem. 2 (3) 1906 S. 208, soll erst van t'Hoff (1887) den Begriff der Umwandlungstemperatur eingeführt haben, indeß ist in van t'Hoffs Schrift auf meine Untersuchungen Bezug genommen.

stände nicht in Betracht kommen[1], daß es sich somit nicht um eine einfache Verschiebung der Moleküle aus der alten Anordnung zu einem neuen Raumgitter handeln kann, um eine „molekulare Umlagerung" im Sinne der Kontinuitätstheorie, daß vielmehr die Umwandlung die Moleküle selbst betreffen muß, falls es solche überhaupt gibt.

Hierdurch wurde zugleich ein für die Molekulartheorie sehr unbequemer Mißstand beseitigt, der durch die Entdeckung der vier (fünf) festen Modifikationen des Ammoniumnitrats entstanden war. Wohl hatte van der Waals gezeigt, daß es anscheinend möglich ist, den Vorgang der Umwandlung der gasförmigen Modifikation eines Stoffes in die flüssige vom Standpunkt der Kontinuitätstheorie zu begreifen[2], aber schon der einfache Erstarrungsvorgang ließ sich, da die Formel nur zwei Konstanten enthält, schwer verstehen, mindestens nicht ohne Zufügung weiterer Konstanten, welche sich aber physikalisch nicht rechtfertigen läßt. Daß aber das entstandene Raumgitter mit weiter sinkender Temperatur plötzlich in ein anderes, dieses dann ebenso in ein drittes, sodann in ein viertes und gar in ein fünftes umklappen sollte, erschien mit Rücksicht auf den heftigen, zudem sehr unregelmäßigen Bewegungszustand der Moleküle, welchen die Theorie zur Erklärung der Wärmeerscheinungen annehmen mußte, ganz undenkbar. Mechanisch lassen sich eben solche Umlagerungen nur verstehen, wenn sie ihren Grund haben in einer Änderung der Moleküle selbst, welche eine Änderung der von ihnen ausgeübten Kräfte bedingt.

Auch bezüglich der Art dieser Änderung gaben meine Untersuchungen Anhaltspunkte. Ich fand, daß sie ganz analog sind der Dissoziation lockerer, chemischer Verbindungen (Krystallwasserverbindungen, Molekularverbindungen), welche ebenfalls eine Umwandlungstemperatur für die Umwandlung im festen Zustand besitzen, die allerdings, da die Zersetzungs-

---

[1] Reibung macht alle mechanischen Vorgänge irreversibel, es wäre also nicht möglich, daß bei der Umwandlungstemperatur die geringste Erhöhung bezw. Erniedrigung der Temperatur, d. h. die geringste Größe der in Betracht kommenden Molekularkräfte genügt, die Umwandlung im einen oder andern Sinne herbeizuführen.

[2] Daß auch dies nicht zutrifft, habe ich später nachgewiesen. Siehe O. Lehmann, Ann. d. Phys. **12**, 339, 1903; Flüssige Kristalle, S. 246; J. Frick's phys. Technik, 7. Aufl., Bd. I (2) S. 1110.

produkte zum Teil flüssig sind, mehr der Schmelztemperatur entspricht, ein übrigens ganz unwesentlicher Unterschied, da folgerichtig auch das „Schmelzen“ in gleichem Sinne gedeutet werden muß, d. h. als enantiotrope Umwandlung, beruhend in einer Änderung der Beschaffenheit der Moleküle.

Man könnte sich also diese als Dissoziation bezw. Polymerisation vorstellen; doch wird es zweckmäßig sein, die Frage zunächst offen zu lassen. Daß Molekulargewichtsbestimmungen und das chemische Verhalten darüber keine Auskunft geben, ist kein Gegengrund, da gleiches ja auch für die Dissoziation der genannten lockeren Verbindungen gilt. Der Einwand, daß bei diesen eine molekulare Änderung nicht in Frage komme, ist haltlos, da sie dann Milchkrystalle (ineinandergestellte Raumgitter der zwei Komponenten) sein müßten, bei solchen aber die Eigenschaften stets mittlere sind, was für Molekularverbindungen nicht zutrifft.

Natürlich muß die Anderung der Moleküle stets auch eine Änderung des Raumgitters zur Folge haben und in manchen Fällen, speziell bei Protocatechusäure, Chinondihydroparadicarbonsäurester[1] und ganz besonders bei Paraazophenetol[2] findet diese sogar, meinen Beobachtungen zufolge, nicht einfach innerhalb der gegebenen Gestalt des Kristalles statt, was eine Pseudomorphose der neuen Form nach der früheren ergeben würde, sondern es treten schiebende Kräfte auf von nicht unbeträchtlicher Sträke, welche eine Änderung der Gestalt bewirken, ungefähr so, wie sie eintreten müßte, wenn das Raumgitter ohne Änderung der Moleküle, ähnlich wie ein einstürzendes Kartenhaus, die neue Form annehmen würde unter Aufrechterhaltung der vorhandenen ebenen Begrenzungsflächen.[3]

---

[1] O. Lehmann, Wied. Ann. **25**, 173, 1885; Flüssige Kristalle, S. 169, 1904.

[2] S. Dreyer und Rotarski, Zeitschr. f. phys. Chem., **54**, 353, 1906 und O. Lehmann, Ann. d. Phys., **17**, 734, 1905. Betrachtet man solche Kristalle während der Umwandlung in polarisiertem Licht, so bleibt trotz des starken Dichroismus (weiß-gelb) die Färbung ungeändert, auch die Lage der Auslöschungsrichtungen ändert sich nicht.

[3] Daß diese Wirkung nur bei inniger Berührung eintritt, kann man (insbesondere bei Paraazophenetol) ohne weiteres erkennen, weil bei Zusatz eines Lösungsmittels (z. B. Anilin) die Kraftwirkung verschwindet, indem sich nun eine dünne Schicht Lösung zwischen die beiden Modifikationen schiebt, welche die Umwandlung infolge der verschiedenen Löslichkeit der beiden Modifikationen ermöglicht.

Die bei Überschreitung der Umwandlungstemperatur geweckte Molekularkraft an der Grenze der beiden Modifikationen bewirkt also nicht nur die Umwandlung der labil gewordenen Moleküle, sondern übt auch ein Drehmoment auf dieselben aus, welches sie in gesetzmäßige Stellung gegen die der andern Modifikation bringt. Ein solches Drehmoment ist auch dann vorhanden, wenn es sich nicht durch Auftreten einer schiebenden Kraft geltend macht, z. B. bei der Umwandlung der tetragonalen Modifikation des Ammoniumnitrats in die mono-symmetrische[1], wobei letztere in regelmäßiger Orientierung gegen die erstere auftritt ohne Änderung der Gestalt. Hier läßt sich ja auch von vornherein nicht einsehen, weshalb beim Übergang des rechtwinkligen Raumgitters von tetragonaler Symmetrie in ein solches von ähnlicher Symmetrie eine schiebende Kraft auftreten sollte Eine solche kann sich nur einstellen, wenn (wie bei den genannten Fällen) ein rechtwinkliges oder schiefes Raumgitter in ein solches von anderer Schiefe übergeht. Daß die schiebende Kraft dieselbe ist, wie diejenige, welche die Umwandlung bewirkt, geht daraus hervor, daß z. B. bei Paraazophenetol die Umwandlung durch Hinderung der Schiebung gehemmt werden kann. Bis zu gewissem Maße wird dann die Tendenz zur Schiebung mit dem Abstand von der Umwandlungstemperatur größer, wie man aus dem explosionsartigen Absprengen des Deckglases infolge der eintretenden Schiebung schließen kann, doch wird zuletzt ein Maximum erreicht, wie hinsichtlich der Umwandlungsgeschwindigkeit.

Regelmäßige Orientierung von zwei verschieden beschaffenen Kristallmolekülen tritt auch bei der Bildung von Schichtkristallen ein[2], welche auf der Wirkung der Adsorptionskraft beruht. Dies macht es wahrscheinlich, daß die bei der Umwandlung tätige Kraft keine andere ist, als die Adsorptionskraft, der wohl auch das Kristallwachstum überhaupt zuzuschreiben ist.[3] Die Wirkungen dieser molekularen Kraft wären hiernach dreifache:

---

[1] Sie ist monoklin nach Wallerant, Compt. rend. **142**, 217, 1906 Die tetragonale ist nach Wallerant auch unter −16° beständig.

[2] Siehe die betreffenden Kapitel in meinem Buche „Molekularphysik", Bd. I, S. 393 oder „Flüssige Kristalle", S. 166. Leicht zu beobachten ist die regelmäßige Anlagerung von Kupferchlorid-Chlorammonium an Salmiak und an Kupferchlorid.

[3] Siehe auch das Kapitel „Kristallisationskraft" in meinem Buche „Flüssige Kristalle" S. 137.

1. Das Festhalten der durch den osmotischen Druck gegen die Kristalloberfläche hingetriebenen Moleküle — wie allgemein bei Adsorption — Kristallisationskraft.

2. Das Drehen der Moleküle in gesetzmäßige (im einfachsten Falle parallele) Stellung — molekulare Richtkraft.[1]

3. Die Umgestaltung dieser Moleküle, wenn sie infolge Überschreitung der Umwandlungstemperatur im einen oder andern Sinne labil geworden sind — Umwandlungskraft.

Jede dieser Wirkungen kann durch die absorbierende Kraft fremder Moleküle, insbesondere auch der des Glases gestört werden.

Was Punkt 1 anbelangt, so fand ich zunächst durch Beobachtung, daß die durch Überkühlung einer Schmelze entstehenden amorphen (isotropen) Körper von den kristallisierten prinzipiell dadurch verschieden sind, daß sie nicht wachsen können.[2] Amorpher Zucker, in beliebig konzentrierte Zuckerlösung eingesetzt, wächst nicht wie ein Zuckerkristall, sondern löst sich auf, ebenso Kolophonium in einer Kolophoniumlösung. Eine alkoholische Harzlösung, mit Wasser gefällt, scheidet Tröpfchen einer hochkonzentrierten Lösung aus, die allmählig durch weitere Entziehung des Lösungsmittels amorph fest werden, also einschrumpfen, nicht wachsen. Als Konsequenz des oben dargelegten Ergebnisses, daß die Kontinuitätshypothese unrichtig sein muß, daß sich somit auch der sogenannte feste und flüssige Zustand eines Körpers durch die Moleküle unterscheiden müssen und Lösung der festen in der flüssigen Modifikation möglich ist — wodurch die Anomalien der Ausdehnung usw. in der Nähe des Erstarrungspunktes ihre Erklärung fanden — fand ich weiter, daß eine unterkühlte Schmelze, somit ein amorpher Körper betrachtet werden muß als Gemisch von Flüssigkeitsmolekülen mit den Molekülen der verschiedenen festen Modifikationen, deren Mengenverhältnis von der Temperatur abhängt, derart, daß mit sinkender Temperatur die Zahl der Flüssigkeitsmoleküle immer mehr ab-

---

[1] Die weiteren Betrachtungen werden ergeben, daß dieselbe mit der Gestaltungskraft zusammenhängt, die auf dem Bewegungszustand der Moleküle beruhen dürfte.

[2] Man hat dieses Ergebnis als unvereinbar mit den bestehenden Anschauungen bestritten (s. d. Kapitel Amorphie in dem Buche Flüssige Kristalle), doch fehlt bis heute der Nachweis eines amorphen Körpers, welcher wachsen kann wie ein Kristall.

nimmt, die der bei niedriger Temperatur stabilen Modifikationen dagegen wächst. Wenn also ein solches Aggregat verschiedener Moleküle nicht wie ein aus derselben Art von Molekülen zusammengesetzter Kristall die in hochkonzentrierter Lösung enthaltenen Moleküle der einen Art festzuhalten vermag, so muß man daraus schließen, daß die Adsorptionskraft der gleichartigen Moleküle im amorphen Körper beeinträchtigt ist durch die Anwesenheit der fremden Moleküle.

Bezüglich des Punktes 2 fand ich zunächst ebenfalls rein empirisch, daß die Struktur eines Kristalls auffallende Störungen erleidet, wenn derselbe eine nicht isomorphe Substanz aufnimmt, daß somit die molekulare Richtkraft durch Zusätze geändert wird. Nach der damals herrschenden Theorie sollten solche Mischungen unmöglich sein; gründete sich doch die Reinigung durch fraktionierte Kristallisation, die Einreihung der Mineralien in ein System, ja sogar ein Verfahren der Molekulargewichtsbestimmung auf den Satz, daß verschiedene Stoffe aus derselben Lösung getrennt kristallisieren, ausgenommen die isomorphen Stoffe. Meine mikroskopischen Untersuchungen ergaben im Gegensatz hierzu, daß die Adsorptionskraft zur Bildung von Mischkristallen auch bei nicht isomorphen Stoffen führen kann (z. B. Salmiak mit Chloriden schwerer Metalle), wenn auch nur in beschränktem Verhältnis, während umgekehrt isomorphe unter Umständen keine Mischkristalle bilden oder ebenfalls nur in beschränktem Verhältnis.[1]

Natürlich wurde dies zunächst als irrtümlich bestritten[2], die Folgezeit hat aber die Richtigkeit erwiesen. Die Strukturstörungen durch Einwirkung nicht isomorpher Körper können, beginnend von Entstehung optischer Anomalien und Neigung zur Krümmung und Verzweigung der Kristalle, bis zu trichitischer Zerfaserung oder Aufblätterung und Bildung von Sphärokristallen oder ganz

---

[1] S. O. Lehmann, Zeitschr. f. phys. Chemie. 8, 439, 1888. Hier ist diese beschränkte Mischbarkeit bereits in Parallele gestellt zur beschränkten Löslichkeit bei Flüssigkeiten. Nach Ostwald, Lehrb. d. allg. Chem. Bd. 2 (3), S. 1, 1906 soll van t' Hoff (1890) dies zuerst getan haben, indes ist in seiner Abhandlung auf meine Untersuchungen Bezug genommen. Siehe ferner Flüssige Kristalle S. 152 u. 172. Ein leicht zu beobachtendes Beispiel ist Salmiak, auf der einen Seite Eisenchlorid aufnehmend.

[2] Siehe meine Erwiderung an H. Kopp, Ber. d. d. chem. Ges. 17, 1733, 1884.

unförmlichen knorrigen Gebilden fortschreiten (z. B. bei Mekonsäure mit Zusatz von Gentianaviolett). Die fremde Einlagerung hindert die orientierende Wirkung der molekularen Richtkraft derart daß das Raumgitter ein ganz unregelmäßiges werden kann, wie die optischen Eigenschaften beweisen.

Punkt 3. Bei solchen Mischkristallen wurde auch der Einfluß fremder Beimischungen auf die Umwandlungstemperatur, die Erschwerung der Umwandlung durch Verminderung der Umwandlungsgeschwindigkeit und die Erhöhung der Lebensdauer labiler Modifikationen von mir aufgefunden.[1] Neuerdings gelang es mir aber auch die Erschwerung der Umwandlung bei Ammoniumnitrat durch den adsorbierenden Einfluß von Glasflächen nachzuweisen, indem eine möglichst dünne Schicht der Substanz durch Einbringen derselben zwischen einen Objektträger und eine als Deckelglas dienende konvexe Linse erzeugt wurde.[2] Ganz besonders auffallend zeigte sich die Wirkung bei flüssigen Kristallen, insofern die am Glase adhärierende Molekülschicht noch unverwandelt bleibt, wenn auch bereits die ganze übrige Masse durch Temperaturerhöhung in den kristallinisch-flüssigen oder isotrop-flüssigen Zustand übergegangen ist. Freilich wurde auch dies als den bestehenden Anschauungen zuwiderlaufend bestritten. (S. Flüssige Kristalle, S. 84, § 21.)

Die Auffindung solcher plastisch weicher und fließender Kristalle, welche freischwebend zusammenfließen können wie Öltropfen, ja sogar zweifellos flüssiger Kristalle, war ein weiterer Fortschritt, welcher auf Grund der gewonnenen Ergebnisse erzielt wurde. Damit wurde ein ganz neues Gebiet betreten, freilich zunächst nur mit dem Erfolg, daß sich allgemeiner Widerspruch geltend machte derart, daß die Lehrbücher von der Existenz der flüssigen Kristalle noch heute nach 16 Jahren keine Notiz nehmen. Nach der herkömmlichen, auch heute noch herrschenden Kontinuitäts- oder Raumgittertheorie waren flüssige Kristalle undenkbar. Um die Diffusionserscheinungen erklären zu können, muß man annehmen, daß in Flüssigkeiten ähnlich wie in Gasen die Moleküle sich in beständiger Bewegung befinden, aber nicht in gradliniger, sondern durch die Kohäsion beeinflußt, in kriechender.

---

[1] S. O. Lehmann, Wied. Ann. **24**, 13, 1885; Molekularphysik 1 788 u. ff. 1889.

[2] S. O. Lehmann, Ann. d. Phys **18**, 802, 1905.

Als Axiom nimmt die Kontinuitätstheorie an, daß bei der Kondensation eines Gases zur Flüssigkeit die Moleküle durchaus unverändert bleiben.[1] Ihre gegenseitige Lage ist natürlich völlig ungeordnet und beständig wechselnd, bis zum Eintritt der kristallinischen Erstarrung, wobei sie sich zu einem regelmäßigen Punktsystem (Raumgitter) ordnen, wie zu schließen ist: a. aus der polyedrischen Form der Kristalle, b. ihrer anisotropen Struktur, c. der diskontinuierlichen Erstarrung bei einer bestimmten Temperatur. Auch hierbei sollen die Moleküle ungeändert bleiben. Im Falle der amorphen Erstarrung durch Überkühlung der Schmelze soll einfach die ungeordnete Lage der Moleküle erhalten bleiben und nur deren Ortsveränderung, die kriechende Bewegung aufhören.[2]

Plastische Deformation eines Kristalls (Schmieden, Kneten) ist nach dieser Raumgitter- oder Kontinuitätstheorie unmöglich. Sie würde ja eine Änderung des Raumgitters bedingen, somit eine Änderung der Eigenschaften, denn die verschiedenen Eigenschaften dimorpher Modifikationen erklärt die Raumgittertheorie eben einfach dadurch, daß dieselben Moleküle in verschiedenen Raumgittern angeordnet sind. Jede solche Modifikation hat ihren besonderen Schmelzpunkt, ihre eigene Löslichkeit, Farbe, Lichtbrechung usw., kurz die Art der Aggregation der Moleküle ist nach der Raumgittertheorie von wesentlichstem Einfluß auf die Eigenschaften der Substanz und jede Änderung der Aggregation d. h. des Raumgitters müßte dementsprechende Änderung der Eigenschaften zur Folge haben, der Kristall müßte sich unter Einfluß einer deformierenden Kraft „umwandeln", er könnte nicht unter Erhaltung seiner Einschaften einfach „fließen".

Freilich besteht theoretisch die Möglichkeit anzunehmen, die Deformation bewirke eine Zertrümmerung in kleine Partikelchen,

[1] Selbstverständlich sind vereinzelt Ausnahmen als Begleiterscheinung der Kondensation stets als möglich zugelassen worden.

[2] Die neuere physikalische Chemie rechnet die amorphen Körper nicht zu den festen Körpern, sondern zu den Flüssigkeiten, selbst wenn sie ein Maß von Elastizität besitzen wie Harz oder Glas, weil die Dampftensionskurve des amorphen Körpers die stetige Fortsetzung derjenigen des flüssigen bildet, während dem kristallisierten eine anders verlaufende Kurve zukommt. Fest und kristallisiert sollen nach dieser Auffassung identisch sein — eine Konfusion der Begriffe, die lediglich dadurch bedingt ist, daß der Kontinuitätstheorie entsprechend die Moleküle im flüssigen oder amorphen Zustand als identisch betrachtet werden.

die ihr Raumgitter, also ihre Eigenschaften behalten; aber damit sich diese Trümmer lückenlos aneinanderschließen und durch eine der Kohäsion gleiche Adhäsion verbunden bleiben, ist anzunehmen, daß ihre Größe sich nicht von der der Moleküle unterscheidet d. h. daß der Kristall in ein unregelmäßiges Molekularaggregat — der Theorie nach einen amorphen Körper — übergeht. So findet man denn auch häufig in der Literatur geschmiedete Metalle als „amorph" bezeichnet. Sie sollen durch Erschütterungen wieder „kristallinisch" werden d. h. die Moleküle sollen sich gruppenweise zu Raumgittern ordnen können. Meine mikroskopischen Versuche haben dagegen gelehrt, daß durch Schmieden die Eigenschaften eines Kristalls nicht in die sehr charakteristischen eines amorphen Körpers (Mangel eines scharfen Schmelzpunkts, reversibler Löslichkeit usw.) übergehen, die Ansicht somit irrig sein muß. Daß selbst eine geringfügige vorübergehende Deformation des Raumgitters z. B. die elastische Durchbiegung eines Glimmerblattes eine Änderung der Eigenschaften herbeiführen müsse, hat die Kontinuitätstheorie dadurch als erwiesen betrachtet, daß der Spannungszustand eines solchen elastisch verbogenen Kristalls verschwinden müßte, wenn er in gesättigte Lösung gesetzt würde infolge davon, daß auf der konvexen Seite die Lösungstension erhöht, auf der konkaven vermindert wäre, so daß sich von selbst ein Diffusionsstrom einstellen und der Spannungszustand infolge dessen verschwinden würde. Experimentell kann man aber hiervon nichts wahrnehmen.

Bezüglich der bleibenden Deformation war mir schon 1872 aufgefallen, daß sich ein klarer Gipskristall anscheinend ohne Entstehung irgend welcher Risse dauernd zu einem Ring verbiegen läßt. Noch deutlicher beobachtete ich dies 1876 bei nadelförmigen Kristallen von Ammoniumnitrat, welche sich aus heißem verdünntem Alkohol ausgeschieden hatten. Auch hierbei tritt keine Änderung der Eigenschaften ein. Beim Einsetzen solcher Ringe aus Ammoniumnitrat in gesättigte Lösung konnte keinerlei Änderung der Löslichkeit beobachtet werden. Ebensowenig zeigte sich eine Änderung der Temperatur der Umwandlung in andere Modifikationen. Hiermit war bewiesen, daß Strukturänderung eines Kristalls möglich ist ohne Änderung der Eigenschaften, die übliche Kontinuitätstheorie somit nicht zutreffen

kann. Gleiches lehrt die Untersuchung der von Natur aus gekrümmten Kristalle, der Trichiten und Sphärokristalle. Hiernach schien denkbar, daß weiche Kristalle existieren könnten, welche von zäheren Flüßigkeiten nicht zu unterscheiden wären. Eine solche Verwechslung ist mir in der Tat selbst begegnet beim Jodsilber. Man hielt bis dahin (1876) die über 146° stabile Modifikation für eine zähe Flüssigkeit; erst durch sorgfältige mikroskopische Untersuchungen wurde mir klar, daß sie regulär kristallisiert ist. In diesen Kristallen ist sogar, wie ich weiter fand, eine Art Diffusion möglich, nämlich Wanderung von Silberionen, welche sich darin mit gleicher Geschwindigkeit bewegen wie im Schmelzfluß.

Mit der Zeit fanden sich noch weichere Kristalle, von welchen genannt sein mögen das Cholesterylbenzoat von Reinitzer aus Mandelöl kristallisierend, Ammoniumoleat aus Alkohol, Paraazoxybenzoesäureaethylester von Vorländer aus Xylol, Paraazoxyzimtsäureaethylester von Vorländer aus Monobromnaphtalin, Phytosterylvalerat von Jaeger (ohne Lösungsmittel) usw., ja schließlich wurden Stoffe gefunden, die in genau kugelförmigen Kristalltropfen auftreten, wie z. B. das Paraazoxyphenetol von Gattermann aus Olivenöl mit einer Spur Kolophonium.[1] Die letzteren müssen zweifellos als „flüssige" Kristalle bezeichnet werden, da sie sicher keine Verschiebungselastizität besitzen; bezüglich der vorhergenannten kann man im Zweifel sein, ob nicht die polyedrische Form, die sie freischwebend annehmen, das Vorhandensein eines, wenn auch nur äußerst geringen Maßes von Verschiebungselastizität beweist. In Luft ist die polyedrische Form nicht zu beobachten, da hier die Oberflächenspannung so groß ist, daß sie die Masse zu einem Tropfen zusammendrückt, aber auch an der Grenze gegen eine andere Flüssigkeit ist die Oberflächenspannung nicht verschwindend, es muß ihr also notwendig eine Kraft — ich nenne sie Gestaltungskraft — Widerstand leisten, falls keine Kugel entsteht.

Schon dieser eine Punkt läßt erkennen, daß die fliessenden Kristalle geeignet sind, wesentliche Aufklärung bezüglich der Wirksamkeit der Molekularkräfte auch in quantitativer Hinsicht

[1] Fig. 1 der Tafel 6 zeigt solche Tropfen in natürlichem Licht, Fig. 2 in polarisiertem, Fig. 3 zwischen gekreuzten Nicols, Fig. 9 ein zusammenhängendes Aggregat von Tropfen in natürlichem Licht.

zu bringen. Die eingehendere Beobachtung ihres Verhaltens ergibt wirklich eine Menge solcher Tatsachen, die sich voraussichtlich in diesem Sinne verwerten lassen werden. Sie sollen — soweit bis jetzt bekannt — nachstehend nur in aller Kürze aufgezählt werden, um eine Übersicht zu geben, das Nähere kann in den Spezialabhandlungen[1] nachgesehen werden. Man wird zweckmäßig etwa fünf Gruppen unterscheiden, insofern sie sich beziehen auf: 1. Flüssige Kristalle, 2. Fliessende Kristalle, 3. Flüssig-kristallinische Phasen, 4. Scheinbar lebende Kristalle, 5. Kristalle und Organismen.

1. Flüssige Kristalle (ohne Gestaltungskraft). Die vektoriellen Eigenschaften der flüssigen Kristalle, welche sich aus energetischen Betrachtungen ohne Beiziehung von Molekularhypothesen nicht ableiten lassen, sprechen noch weit mehr als die der starren für die Existenz von Molekülen. Die Existenz der Kristalltropfen, deren Eigenschaften wie Löslichkeit usw. überall dieselben sind, auch an den Symmetriepunkten, um welche sich die Moleküle in konzentrischen Kreisen gruppieren, wo also die Art ihrer Aggregation von dem normalen Raumgitter so stark wie möglich abweicht, beweist, daß solche Abweichungen nicht die geringsten Änderungen der Eigenschaften zur Folge haben, die alte Kontinuitätshypothese somit durchaus unrichtig sein muß.

Die molekulare Richtkraft, welche die Struktur der kristallinischen Flüssigkeiten aufrecht erhält, läßt sich wohl nur als Folge anisotroper Beschaffenheit der Moleküle, etwa auf Grund der Elektronentheorie deuten, die als Teil der Molekulartheorie aufzufassen ist, da Elektronen Elektrizitätsatome sind.

Weitere Ergebnisse sind die folgenden:

1. Die Doppelbrechung beruht auf der Beschaffenheit der Moleküle (Anisotropie bezüglich der Dielektrizitätskonstanten oder

---

[1] Zeitschr. f. phys. Chem. **4**, 462, 1889; **5**, 427, 1890; Wied. Ann. **40**, 401, 1890; Zeitschr. f. Krist. **18**, 457, 1890; Wied. Ann. **41**, 525, 1890; Zeitschr. f. phys. Chem. **18**, 91, 1895; Verh. d. d. phys. Ges. **3**, 16, 1900; Verh. d. Karlsr. nat Ver. **13**, 1900; Ann. d. Phys. **2**, 649, 1900; **5**, 236, 1901; **8**, 908, 1902; **9**, 727, 1902; **12**, 311, 1903; **16**, 160, 1905; **17**, 728, 1905; Zeitschr. f. Elektrochemie, 1905, S. 955; Ann. d. Phys **18**, 796, 808, 1905; Chemikerzeitung **30**, 1, 1906; Ann. d. Phys. **19**, 22, 1906; **19**, 407, 1906; **20**, 63, 77, 1906; Verh. d. d. phys. Ges. **8**, 143, 1906; Umschau 1906, Nr. 47; Phys. Zeitschr. **7**, 392, 1906; Archiv f. Entwicklungsmechanik d. Organismen **21**, Heft 3, 1906; Phys. Zeitschr. **7**, 578, 1906; Ann. d. Phys. 1906; Zeitschr. f. phys. Chem. 1906 (noch unter der Presse).

ungleichmäßiger Ausdehnung nach verschiedenen Richtungen) und wird durch deren Aggregation schon deshalb nicht beeinflußt, weil nur eine einzige Art der Aggregation möglich ist. Lokale Störung derselben wie bei Kristalltropfen erzeugt Schlieren, Drehung der Polarisationsebene und ähnliche unwesentliche Abweichungen, wie sie auch durch Übereinanderschichtung von Kristalllamellen entstehen.

2. Gleiches gilt für die Lichtabsorption, d. h. den Dichroismus. Dichroismus durch Druck beruht, ebenso wie Doppelbrechung durch Druck, auf Parallelrichtung anisotroper Moleküle.

3. Störung der Struktur durch fremde Beimischungen, z. B. von Kolophonium oder Cholesterylbenzoat zu Paraazoxyphenetol erzeugt intensive Drehung der Polarisationsebene und der Richtung stärkster Absorption.

4. Diese Strukturstörung kommt auch zum Ausdruck durch Rotation der Tropfen bei Erwärmung von unten, infolge entstehender Anisotropie bezüglich der Reibung auf der Oberfläche, ferner durch Verdrillung der Tropfen (Fig. 4) und Verdrehung Struktur bei Aggregaten (Fig. 5).

5. Durch die adsorbierende Wirkung des Glases kann Pseudoisotropie hervorgerufen werden, d. h. die optische Achse stellt sich überall senkrecht zur Glasfläche, namentlich bei Anwesenheit fremder Beimischungen [1]. Durch Druck, elektrische Kräfte usw. wird die Doppelbrechung wieder hergestellt.

6. Die dünnen am Glas adsorbierten Schichten bedingen bei Abwesenheit eines Lösungsmittels die Orientierung der übrigen Moleküle. Sie können durch Streichen (Reibung) derart verändert werden wie weiche Kristalle (erzwungene Homöotropie), so daß die ganze Masse einheitliche Struktur erhält.

7. Der Magnetismus ändert die Doppelbrechung freischwebender Kristalltropfen, indem er a. deren Symmetrieachse, b. die Moleküle den Kraftlinien parallel richtet, er wirkt nicht etwa durch eine Veränderung der Struktur des Äthers.

8. Die übrigen physikalischen Eigenschaften (Löslichkeit, Schmelzpunkt usw.) sind völlig unabhängig von der Art der Aggregation der Moleküle.

---

[1] Höchst auffällig zeigt sich dies bei Paraazoxyphenetol nach Zumischung einer neuen von Herrn Vorländer entdeckten Substanz. Ferner bei Mischungen von Methoxyzimtsäure und Anisaldazin.

9. Auch die Oberflächenspannung ist trotz der verschiedenen Lagerung der Moleküle an allen Stellen der Oberfläche eines Kristalltropfens dieselbe.

10. Die Umwandlungstemperatur der vom Glas adsorbierten Molekülschichten ist erhöht, so daß sie auch bei erheblichem Erhitzen über den normalen Umwandlungspunkt (Klärungspunkt) erhalten bleiben.

11. Die vorherrschende Stabilität der dicken Tropfen in I. Hauptlage und der dünnen in II. Hauptlage ist ebenfalls als Folge der Adsorptionskraft des Glases zu betrachten.

12. Auch die Wirkung der spontanen Homöotropie beim Zusammenfließen der Tropfen ist im Prinzip die Folge der Adsorptionskraft an der Grenze.

13. Die Herabminderung der Größe der Individuen, die Bildung fein lamellierter Misch- und Schichtkristalltropfen ist eine weitere eigenartige Wirkung der Adsorptionskraft.

14. Die Möglichkeit künstlischer Färbung flüssiger Kristalle und der dabei auftretende Dichroismus beweisen, daß auch fremde Moleküle durch die molekulare Richtkraft flüssiger Kristalle beeinflußt werden

2. Fließende Kristalle (mit Gestaltungskraft). Die Ausscheidung der Kristalltropfen aus einer sich abkühlenden heiß gesättigten Lösung ist im Prinzip derselbe Vorgang wie die Ausscheidung einer isotropen (amorphen) Flüssigkeit unter gleichen Umständen (z. B. Phenol aus Wasser), wobei dieselbe ebenfalls in Tropfen auftritt. Ein sofort in die Augen fallender Unterschied ist aber der, daß die Kristalltropfen weit größeres Wachstumsvermögen haben als die amorphen Flüssigkeitstropfen, d. h. in größeren Dimensionen und entsprechend in geringerer Zahl auftreten als diese. Die Ursache ist wohl die bereits oben erwähnte, welche das Wachstum amorpher Körper beeinträchtigt oder unmöglich macht, nämlich, daß solche im allgemeinen Gemenge verschiedenartiger Moleküle sind, während die molekulare Richtkraft in flüssigen Kristallen gewissermaßen eine S e l b s t r e i n i g u n g von anderen Modifikationen bewirkt, da sie nicht nur Parallelrichtung der Moleküle, sondern auch Umwandlung derselben bewirken kann (s. S. 114). Daß die Gestalt eines freischwebenden Tropfens die Kugelform ist, läßt sich auffassen als das Ergebnis der Gegenwirkung von Kohäsion und Expansivkraft.

Erstere kommt zur Geltung als Oberflächenspannung und Binnendruck und wirkt etwa ebenso wie eine gespannte elastische Haut, welche den Tropfen einschließt und ihn zusammen zu drücken sucht. Die Expansivkraft wirkt ihr entgegen, insofern die Moleküle vermöge ihres Bewegungszustandes einen Druck nach außen ausüben, welcher nach der van t'Hoff'schen Theorie, falls der Tropfen im Vakuum oder in der Luft schweben würde, gleich dem Druck derselben Quantität Materie ist, wenn sie — gleiche Molekularbeschaffenheit vorausgesetzt — im gasförmigen Zustand auf den gleichen Raum zusammengedrückt wäre. Ist der Tropfen umgeben von einer andern Flüssigkeit, so ist zu beachten, daß bereits in dieser ein Binnendruck herrscht, welcher sich in den Tropfen hinein fortpflanzt, so daß also dessen Expansivkraft um diesen Binnendruck vermindert ist. In gleicher Weise erscheint die Oberflächenspannung vermindert, da sie nicht mehr an der Grenze gegen Luft, sondern gegen die andere Flüssigkeit wirkt. Immerhin kann man mit Rücksicht auf diese teilweise Kompensation der beiden Kräfte auch hier von einem Gleichgewicht zwischen Expansivkraft (Stoßkraft, Trägheitskraft) und Oberflächenspannung (Kohäsion, wahre Kraft) sprechen.

Vorübergehend kann ein Tropfen unter dem Einfluß deformierender Kräfte auch andere Formen annehmen als Kugelform, nach Beseitigung des Zwangs wird er aber stets nach mehr oder minder langer Zeit, die von der Größe der inneren Reibung (Viskosität) abhängt, wieder zur Kugelform zurückkehren. Bei einem in spezifisch gleichschwerem Gemisch von Xylol und Chloroform suspendierten Syrupfaden, beispielsweise dauert es lange, bis er sich zu einer Kugel kontrahiert hat.

Nach einer sehr verbreiteten Ansicht soll sich ein fester Körper von einem flüssigen nur durch den Grad der inneren Reibung unterscheiden. Dies ist nicht zutreffend, denn solange nur die (der Geschwindigkeit proportionale) innere Reibung vorhanden ist, muß die Masse, wenn nur ausreichend Zeit gegeben ist, immer die Form eines vollkommen kugelförmigen Tropfens annehmen, bei genügend langsamer Strömung ist die innere Reibung verschwindend klein. Das Charakteristikum eines festen Körpers ist vielmehr die Verschiebungselastizität. Beispielsweise wird ein Harzfaden, suspendiert in einer gleichschweren Lösung von Bleizucker in Glyzerin, auch bei beliebig langem Zuwarten sich nicht

zu einer Kugel kontrahieren, weil die Elastizität dies hindert. Man kann in diesem Sinne von einem Gleichgewicht zwischen Oberflächenspannung und Elastizität sprechen, d. h. die Deformation zur Kugel wird nur soweit fortschreiten, bis dies Gleichgewicht erreicht ist; indeß ist der Fall in Wirklichkeit komplizierter.

Ob Verschiebungselastizität vorhanden ist oder nicht, würde sich am besten beurteilen lassen, wenn die Oberflächenspannung an der Grenze gleich Null, d. h. der Tropfen von einer vollkommen damit mischbaren Flüssigkeit umgeben wäre. Beispielsweise wird ein Syrupfaden in einer spezifisch gleichschweren Lösung von Bleizucker in Glyzerin keine Neigung zeigen, sich zur Kugel zu kontrahieren, obschon er, falls die Temperatur nicht allzuniedrig ist, auch bei relativ beträchtlicher Steifigkeit noch als flüssiger Körper zu bezeichnen ist. Sinkt aber die Temperatur unter einen gewissen Grad, so wird sich Verschiebungselastizität einstellen, d. h. beim Verbiegen oder Verdrillen des Fadens bis zur Elastizitätsgrenze, wird beim Nachlassen der Kraft die Deformation vollkommen wieder zurückgehen. Die Elastizitätsgrenze wird zunächst von Null kaum verschieden sein, mit fortgesetzt sinkender Temperatur aber immer mehr anwachsen. Unvollkommene Elastizität, d. h. ein unvollkommenes Rückgängigwerden der Deformation, zeigt sich beim Überschreiten der Elastizitätsgrenze, also auch bei Flüssigkeiten, deren Elastizitätsgrenze gleich Null ist. Wenn also oben als Charakteristikum für feste Körper die Verschiebungselastizität hingestellt wurde, so ist wohl zu beachten, daß damit nur vollkommene Elastizität gemeint ist. Nur wenn diese (z. B. bei dem Syrupfaden) vorhanden ist, wird die durch konstante Biegung oder Verdrillung geweckte elastische Gegenkraft d a u e r n d ihre Größe behalten, andernfalls wird sie erschlaffen (Relaxation). Durch Bestimmen derjenigen Temperatur, bei welcher kein Spannungszustand dauernd ertragen wird, könnte man die Grenze zwischen dem festen und dem flüssigen Zustand des Syrupfadens feststellen[2].

Die Existenz einer Elastizitätsgrenze, somit der feste Zustand, ist unverträglich mit der kriechenden Bewegung der Moleküle,

[2] Versuche, die ich anstellte, diesen Punkt (bei Harzen) zu bestimmen, stießen auf die Schwierigkeit, daß in der Nähe desselben die elastische Nachwirkung außerordentlich groß ist, d. h. neben der sehr schwachen Elastizität beträchtliche innere Reibung auftritt

wie sie für den flüssigen Zustand angenommen wurde. In einem flüssigen Körper werden die Moleküle ihre kriechenden Bewegungen stets so ausführen, daß ein vorhandener Spannungszustand verschwindet, da sie durch die spannende Kraft angetrieben werden. Früher habe ich deshalb einen festen Körper als solchen definiert, in welchem keine Diffusion möglich ist. Sicherlich trifft dies zu für Diffusion gleichartiger oder wenig verschiedener Moleküle, während sich über die Möglichkeit der Diffusion völlig anders gearteter Moleküle (feste Lösungen) nichts aussagen läßt. Immerhin bleiben Fäden von Asphalt in durchsichtigem Harz, farbige Zuckerstreifen in farblosen Zuckerstangen, farbige Glasstreifen in farblosen Glaswaren beliebig lange Zeit völlig unverändert, was mich veranlaßte die Existenz „fester Lösungen" zu bezweifeln.

Die fließenden Kristalle können anscheinend — sofern sie isomorph sind — in einander diffundieren, wären also hiernach zu den Flüssigkeiten zu rechnen und als eigentliche „flüssige" Kristalle zu bezeichnen, sie nehmen aber freischwebend nicht Kugelform an, wie solche, sondern, z. B. bei Ausscheidung aus einem Lösungsmittel, gerundet-polyedrische Form, und scheinen insofern Elastizität zu besitzen, als sie nach Deformation von selbst wieder diese Normalform annehmen; indeß gilt dies eben nur von dieser Gleichgewichtsform. Ein beliebiges aus einem fließenden Kristall geschnittenes Stäbchen würde seine Form überhaupt nicht behalten, sondern von selbst — infolge der Wirkung der Oberflächenspannung — jene Gleichgewichtsform annehmen. Man hat es also nicht mit eigentlicher Elastizität zu tun, sondern wahrscheinlich mit einer Wirkung der inneren Reibung, welche die Expansivkraft nach verschiedenen Richtungen verschieden stark beeinträchtigt. Ich nenne deshalb die Kraft „Gestaltungskraft" und zähle die Gebilde erst dann zu den festen Kristallen, wenn sie wahre Elastizität zeigen. Zur genauen Ermittelung derselben müßte man die Oberflächenspannung beseitigen, d. h. die Kristalle in einem Medium von gleichem spezifischem Gewicht schweben lassen, an dessen Grenze die Oberflächenspannung Null ist, d. h. welches sich in beliebigem Verhältnis mit dem Kristall mischt. Ein solches Medium gibt es nicht, wenigstens nicht ein isotropes, denn die Mischbarkeit mit isotropen Flüssigkeiten ist stets sehr gering und schon solche geringe Beimischungen

stören die Struktur der Kristalltropfen in hohem Maße. Anisotrope Medien, welche in allen Verhältnissen mischbar sind, d. h. isomorphe kristallinische Flüssigkeiten ließen sich wohl auffinden, indeß würde deren eigene Gestaltungskraft die Beobachtung stören. Werden nämlich, wie angenommen, die Ecken und Kanten des Kristalls, entgegen der Wirkung der Oberflächenspannung, durch die Expansivkraft nach außen getrieben, so sollte man allerdings erwarten, daß sie für den Fall, daß die Oberflächenspannung Null ist, ins Unendliche sich ausdehnen würden. Ist aber die Umgebung ein isomorphes anisotropes Medium, so wirkt es dieser Ausdehnung mit gleicher Kraft entgegen, nur die Geschwindigkeit der Mischung, die Lösungsgeschwindigkeit dürfte wohl eine größere sein, wie ich solches auch bei starren Kristallen beobachtete (1876).[1] Für die dargelegte Auffassung spricht, daß man tatsächlich die Form der fließenden Kristalle durch die Wahl des umgebenden Mediums beeinflussen kann, speziell bei Paraazoxyzimtsäureaethylester. Ich fand, daß hier mit sinkender Temperatur, d. h. bei Ausscheidung aus minder konzentrierter Lösung Übergangsformen zur Kugel entstehen, was zum Teil zu erklären ist durch die Zunahme der Oberflächenspannung beim Abkühlen, zum Teil wohl auch durch Verminderung der inneren Reibung infolge von Aufnahme von etwas Lösungsmittel in die Kristalle durch Adsorptionswirkung (wie bei der künstlichen Färbung von Kristallen, der Bildung von Mischkristallen nicht isomorpher Stoffe usw.).

Von weiteren Versuchsresultaten sind folgende hervorzuheben:

1. Die spontane Homöotropie bewirkt (im Verein mit der Oberflächenspannung) beim Zusammenfließen nicht nur übereinstimmende Struktur, sondern erzeugt auch Bewegung durch Parallelrichtung abweichendgerichteter Teile und symmetrische Gestaltung der Komplexe. Gewöhnlich wird nicht die vollkommene Form erreicht, sondern es entstehen knorrige Gebilde.

2. Die spontane Homöotropie wird wirkungslos, wenn sich die Teile in Zwillingsstellung befinden, bei geringer Abweichung macht sich aber sofort die drehende Kraft geltend.

3. Durch erzwungene Homöotropie entstehen bei Paraazoxyzimtsäureaethylester (beim Anpressen des Deckglases) in-

[1] O. Lehmann, Zeitschr. f. Kristallogr. 1, 470, 1877

folge der Adsorptionswirkung des Glases optisch einachsige (pseudoisotrope) Massen.

4. Durch Erhitzung (oder Beimischung von Kautschuklösung) kann diese Adsorptionswirkung des Glases aufgehoben werden. Alsdann erfolgt durch spontane Homöotropie kegelförmige Anordnung der Moleküle.

5. Durch Vermischung mit flüssigen Kristallen können eiförmige oder zweispitzig-cylindrisch und ähnlich gestaltete Schichtkristalle erhalten werden, auch Zwillingsbildungen aus Kristallen dieser Art.

6. Beim Herumfließen um Luftblasen macht sich Anisotropie bezüglich der inneren Reibung geltend. In bestimmten Stellungen fließen die Kristalle leicht herum, in andern schwer.

7. Merkwürdige wirbelförmige Kontaktbewegung zeigt sich an der Grenze der fließend-kristallinischen Modifikation des Cholesterylformiats und der stabilen festen Modifikation. An der Kontaktfläche mit der labilen festen Modifikation dagegen fehlt sie, auch wenn sich diese dicht daneben befindet. Sie beweist die Existenz einer Oberflächenspannung an der Grenze zwischen fester und flüssiger Substanz, für welche bisher ein gleich überzeugender experimenteller Nachweis fehlte, ferner deren Abhängigkeit von der Natur der ersteren. Daß auch die Natur der Flüssigkeit von Einfluß ist, kann man bei Cholesterylcaprinat erkennen, bei welchem die Wirbel auftreten bei Verwendung von Petroleum, nicht dagegen mit andern Lösungsmitteln.

8. Cholesterylcaprinat und verschiedene ähnlich zusammengesetzte Stoffe besitzen **zwei** fließend-kristallinische enantiotrope Modifikationen mit scharf bestimmter Umwandlungstemperatur.[1] Die dem niedrigeren Temperaturgebiet entsprechende Mod. II hat etwa doppelt so große Doppelbrechung wie die andere, tritt in größeren Individuen auf und wird leicht spontan pseudoisotrop. Meist erscheint sie bei der Umwandlung in regelmäßiger Orientierung gegen Mod. I.

---

[1] Dieselbe ist jedenfalls vom Druck abhängig und sehr stark von Beimischungen, so daß sie wohl zu Molekulargewichtsbestimmungen Verwendung finden könnte; sie liegt indeß unter dem Erstarrungspunkt, so daß sich die fließend-kristallinischen Modifikationen als monotrope bezüglich der festen verhalten. Durch geeignete Zusätze kann sie höher gelegt werden, so daß die Modifikationen in enantiotrope übergehen.

9. Aus der pseudoisotrop gewordenen fließend-kristallinischen Mod. II kristallisiert die Mod. I beim Eintritt der Umwandlung beim Erwärmen wie aus einer gewöhnlichen Lösung, aber in wurmförmig gekrümmten Kristallen oder Trichiten.

10. Die beiden fließend-kristallinischen Modifikationen können sich in beschränktem Maße in einander lösen und zwar ist das Mischungsverhältnis bestimmt durch die Temperatur (wahrscheinlich auch vom Druck abhängig) und von dem Gehalt an etwa beigemischten fremden Stoffen (z. B. Paraazoxyphenetol).

11. Durch Mischung der beiden genannten fließend-kristallinischen Modifikationen, sowie durch Mischung von flüssig-kristallinischem Paraazoxyphenetol mit Mod. II entstehen prachtvolle Farbenerscheinungen sowohl in gewöhnlichem Licht, wie auch namentlich zwischen gekreuzten Nicols, speziell dann, wenn die Masse (durch Drücken auf das Deckglas) pseudoisotrop geworden ist. Die Farbenerscheinung ist im allgemeinen mit Drehung der Polarisationsebene verbunden. Ihre theoretische Ableitung dürfte nach Ansicht von Herrn Dr. Siedentopf möglich sein im Anschluß an die Versuche von Christansen über Monochrome.

Bei Zusatz von Paraazoxyphenetol erscheinen die Höfe um die Kristallnadeln dieser Substanz wegen der dort herrschenden geringeren Konzentration in allen Farben des Spektrums.

12. Aus der auftretenden Farbe kann man auf das Mischungsverhältnis der beiden Modifikationen schließen, auch dann, wenn bei dem betreffenden Stoff im reinen Zustand nur eine der beiden Modifikationen auftritt. In solchem Fall läßt sich dann durch geeignete Zusätze das Mengenverhältnis derart abändern, daß auch die andere Modifikation zur Ausscheidung kommt.

13. Da in der Nähe der Umwandlungstemperatur die Farben von selbst auftreten, bestätigt die Erscheinung die oben dargelegte Ansicht, daß die Anomalien in der Nähe eines Umwandlungspunkts (Erstarrungspunkt, Siedepunkt) bedingt sind durch Mischung der beiden Modifikationen (Lösung der festen Modifikationen in der flüssigen, Lösung der flüssigen in der gasförmigen), welche nach der herrschenden Kontinuitätstheorie der Aggregatzustände unmöglich ist.

ı vek-
einem
nischen
ıtimmte
ı, einer
r Rich-
ı diesen
er viel-
Dampf-
ıamisch
ı meine

odifika-
erhöht
Trime-

ationen
werden,
nöl als
Bildung
n nicht

ıe ohne
e solche
lycerin)

en für
Phase
de Bei-
xyzimt-
n Vor-
linische

bereich
möglich

96.

9. .
Mod. II
beim E
wurmför

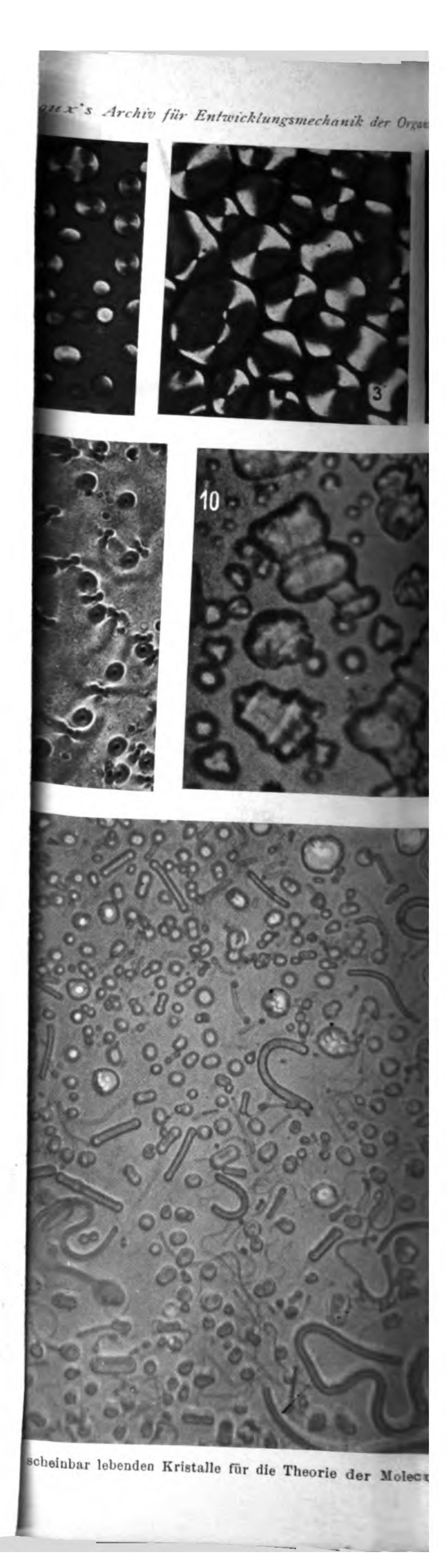
10.
sich in
Mischun
auch vo
gemischt

11.
linischen
kristallir
volle Fa
auch nai
die Mas
geworder
Drehung
Ableitun
möglich
über Mo

Bei
die Krist
geringere

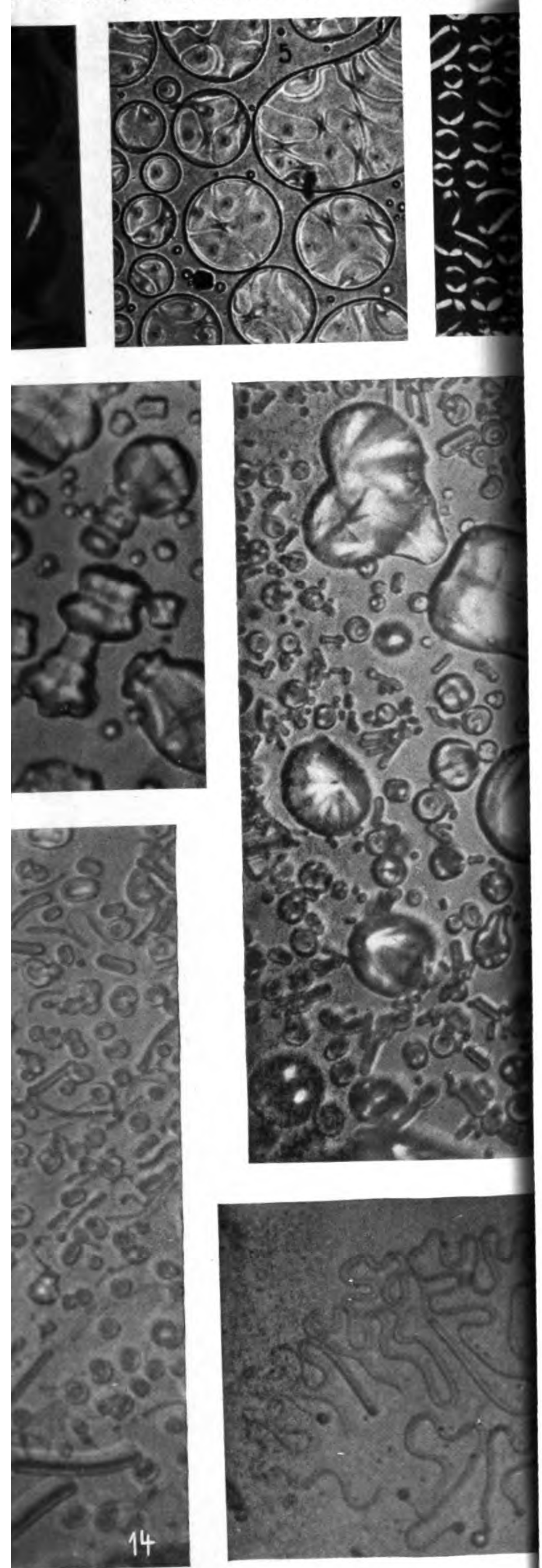
12.
verhältni
bei dem
beiden M
durch ge
daß auch

13.
von selbs
Ansicht,
punkts (E
der beide
der flüssi
nach der
unmöglic



...x's Archiv für Entwicklungsmechanik der Orga...

...scheinbar lebenden Kristalle für die Theorie der Molec...



ıfte.

ı vek-
einem
ıischen
timmte
;, einer
r Rich-
ı diesen
er viel-
Dampf-
ıamisch
ı meine

odifika-
erhöht
Trime-

ationen
werden,
nöl als
Bildung
n nicht

ıe ohne
e solche
lycerin)

en für
Phase
de Bei-
xyzimt-
n Vor-
linische

bereich
möglich

96.

9.
Mod. II
beim E
wurmfö

10.
sich in
Mischun
auch vo
gemisch

11.
linischer
kristalli
volle Fa
auch na
die Ma
geworde
Drehung
Ableitun
möglich
über Mo

Bei
die Kris
geringer

12.
verhältni
bei dem
beiden M
durch ge
daß auch

13.
von selb
Ansicht,
punkts (E
der beid
der flüssi
nach der
unmöglic

3. Flüssig-kristallinische Phasen.

Die Eigenschaften eines Kristalls sind im allgemeinen vektorielle, d. h. sie hängen von der Richtung ab; in einem Aggregat verschieden orientierter Kristalle (einer kristallinischen Phase) wechseln sie deshalb von Stelle zu Stelle für eine bestimmte Richtung, man kann nicht von Eigenschaften des Aggregats, einer Phase, sprechen. Eine Ausnahme machen die nicht von der Richtung abhängigen sogenannten skalaren Eigenschaften. Zu diesen gehören nach meinen Ergebnissen (im Gegensatz zu einer vielverbreiteten Auffassung): Löslichkeit, Schmelzpunkt und Dampftension, so daß eine Phase hinsichtlich derselben thermodynamisch als ein Körper betrachtet werden kann. Ferner ergaben meine Untersuchungen bezüglich der Phasen folgendes:

1. Die Stabilität monotroper flüssig-kristallinischer Modifikationen (deren Lebensdauer) kann durch Beimischungen erhöht werden, z. B. bei Ammoniumoleat durch Beimischung von Trimethylaminoleat.

2. Bei enantiotropen flüssig-kristallinischen Modifikationen kann ebenfalls die Stabilität durch Beimischung erhöht werden, z. B. bei Cholesterylbenzoat durch Benutzung von Olivenöl als Lösungsmittel, wobei zugleich, vermutlich infolge der Bildung von Oleat, die Größe der Individuen sich ändert, indem nicht mehr Mod. I, sondern Mod. II zur Ausscheidung kommt.

3. Bei Stoffen wie Paraazoanisol und -phenetol, welche ohne weiteres keine flüssig-kristallinische Phase bilden, kann eine solche erhalten werden bei Überkühlung isolierter Tropfen (in Glycerin) in dünner Schicht.

4. Bei verschiedenen Stoffen, welche wie die vorigen für sich keine oder keine beständige flüssig-kristallinische Phase bilden, kann eine solche gewonnen werden durch fremde Beimischungen, wie z. B. Paraazoxyphenetol oder Paraazoxyzimtsäureaethylester (speziell bei den neuen Präparaten von Vorländer[1] und Jaeger)[2]. Ebenso entsteht eine flüssig-kristallinische Phase bei Mischung von Paraazophenetol und -anisol.

5. Bei Paraazoxyzimtsäureaethylester ist das Existenzbereich der fließend-kristallinischen Modifikation so groß, daß es möglich

[1] D. Voländer, Ber d. d. chem. Ges. **39**, 803, 1906

[2] F. M. Jaeger, Ber. d. Kgl. Akad. Amsterdam, 21. Aug. 1906.

sein dürfte, deren Dampfdruckkurve festzustellen, die sich natürlich von der der isotropen Modifikation unterscheidet. Da Überkühlung möglich ist, kann sich bei derselben Temperatur aber verschiedenem Druck der Dampf zur einen oder andern Modifikation kondensieren, umgekehrt entsprechen dem gleichen Druck zwei verschiedene Kondensations- und Siedetemperaturen.

6. Nicht die Dampf- oder Lösungstension ist an krummen Flächen eine andere als an ebenen, sondern die Verdampfungswärme.

4. Scheinbar lebende Kristalle.

Am 23. November 1905 übersandte mir Professor Vorländer in Halle a. S. eine kleine Menge des von ihm hergestellten Paraazoxyzimtsäureaethylesters[1], bei welchem er die Existenz einer fließend-kristallinischen Modifikation festgestellt hatte, zu näherer Untersuchung. Das Ergebnis war ein überraschendes oder vielmehr verblüffendes. Beim Abkühlen der heiß gesättigten Lösung in sehr wenig Monobromnaphtalin entstanden fließende Kristalle von den merkwürdigsten Formen: einseitig abgeplattete Kugeln, gerundete Pyramiden und Prismen, bakterienartige Stäbchen, hantelförmige Verbindungen zweier Kugeln durch ein Stäbchen, lange vielfach gewundene Schlangen, eiförmige Köpfe mit verjüngt auslaufendem Schweif, komplizierte Rosetten usw. und die meisten waren teils in langsamer, teils in rascher drehender, kriechender oder schlängelnder Bewegung begriffen, so daß die photographische Aufnahme nur mittelst eines Apparates für Momentphotographie erfolgen konnte (Fig. 8 und 16 in polarisiertem Licht, 11—15 in natürlichem). Aus dem Dichroismus der Gebilde, ihrem Verhalten im polarisierten Licht, ihrer Fähigkeit zu wachsen und der geringsten deformierenden Kraft nachzugeben, läßt sich schließen, daß alle diese Gebilde fließende Kristalle sind, teils einfache Individuen, teils Zwillinge oder noch kompliziertere Aggregate. Da solche merkwürdigen Bildungen bei anderen fließenden Kristallen (zwei nahe verwandte Stoffe abgerechnet) nicht auftreten, können sie mehr als diese

[1]) S. D. Vorländer, Ber. d. chem. Ges. 39, 803, 1906 u. C. Bühner, Dissert. Marburg 1906. Bezugsquelle der Substanz: Dr. S. Gärtners pharmazeutisch-chemisches Laboratorium, Halle a. S.

zu weiterer Erforschung der Molekularkräfte beitragen. Vor allem kommen folgende Punkte in Betracht:

1. Die abgeplatteten Kugeln zeigen einen von der Mitte der Abplattung nach dem Kugelzentrum gehenden Strich, umgeben von einem grauen konischen Hof. Letzterer läßt sich nur deuten als Folge der Lichtbrechung in konischen den Strich umgebenden Molekülschichten. Durch Berechnung derselben ließe sich eine Gleichung zur Bestimmung der Beschaffenheit der Moleküle gewinnen.

2. Daß durch Kopulation zweier solcher Kugeln, je nachdem ihre Lage übereinstimmend ist oder nicht, Kugeln von gleicher Art, fazettierte Kugeln oder Doppelkugeln entstehen, weist ebenso wie die einseitige Abplattung der Kugeln (bezw. Pyramiden) auf hemimorphe Beschaffenheit der Moleküle hin und wesentlichen Einfluß derselben auf die spontane Homöotropie beim Zusammenfließen der Tropfen. (Zwillingsbildung hemimorpher Individuen in entgegengesetzter Lage.)

3. Die Entstehung zylindrischer Stäbchen an der Einschnürungsstelle der Doppeltropfen und das Auseinandertreiben der beiden Hälften durch das sich dazwischen schiebende Stäbchen (Schlangenbildung) kann nur erklärt werden durch außerordentlich große Anisotropie dieser fließenden Kristalle bezüglich der inneren Reibung, welche senkrecht zur optischen Achse etwa ebenso gering ist wie die des Wassers, parallel dazu aber derjenigen von steifem Syrup gleicht. Auch diese eigentümliche Anisotropie ist geeignet zur Aufklärung der Wirkungsweise der Molekularkräfte beizutragen.

4. Daß sich die Stäbchen von selbst teilen oder die kugelförmigen Tropfen an der Abplattungsstelle Knospen gleicher Art abschnüren können (Fig. 12 u. 13), weist darauf hin, daß die Molekularanordnung in den Stäbchen eine labile ist, was wohl damit zusammenhängt, daß die Moleküle hemimorph sind, nicht aber die Stäbchen. Das Bestreben zu hemimorpher Anordnung zu gelangen, führt zur Abschnürung, da die in entgegengesetzter Lage aneinander grenzenden hemimorphen Teile nur mit geringer Kraft aneinander haften.

5. Daß die Stäbchen und Schlangen, sobald sie mit einer Glasfläche in Berührung kommen, ihre gelbe Farbe verlieren und weiß erscheinen, zwischen gekreuzten Nicols schwarz, d. h. daß

sie ihre Struktur derart ändern, daß überall die optische Achse senkrecht zum Glas steht, läßt sich wohl kaum anders erklären als durch erhebliche Ausdehnung der Moleküle nach zwei Dimensionen senkrecht zur optischen Achse, so daß sie durch die adsorbierende Wirkung der Glasflächen dieser parallel gerichtet werden.

6. Die eigentümlichen Bewegungserscheinungen der stäbchen- und schlangenförmigen Gebilde (Fig. 11, 14, 15, 16), das Vorwärts- und Rückwärtskriechen, sowie die Schlängelbewegung, die zeitweilige Rotation der Kugeln usw. beruhen wohl auf Kontaktbewegung und Formänderung durch einseitiges Wachstum infolge der Anisotropie bezüglich der inneren Reibung. Da sie indeß nur bei den fließenden Kristallen des Paraazoxyzimtsäureaethylesters und zweier verwandter Stoffe auftreten, scheint weitere Aufklärung sehr nötig.

5. Kristalle und Organismen.

Auf der Wirksamkeit der Molekularkräfte beruhen jedenfalls das Wachstum und mindestens ein Teil der Lebensfunktionen der Organismen. Man hat deshalb vielfach nach Analogien zwischen Kristallen und Organismen gesucht, indeß nur eine beschränkte Anzahl solcher gefunden. Berücksichtigt man, daß die Stoffe, aus welchen Organismen bestehen, von gallertartiger oder zähflüssiger Beschaffenheit sind, so läßt sich erwarten, daß solche Analogien namentlich bei fließenden und flüssigen Kristallen zu finden sein werden. Dies trifft in der Tat zu. Ich habe dieselben in einer besonderen Abhandlung zusammengestellt.[1] Es genüge hier die Kapitelüberschriften anzugeben, da dieses Thema in das Gebiet des Biologen, nicht das des Physikers gehört: 1. Keim, 2. Wachstum, 3. Aufzehren, 4. Gestalt, 5. Regeneration, 6. Homöotropie, 7. Kopulation, 8. Selbstteilung, 9. Intussusception, 10. Bewegungserscheinungen, 11. Vergiftung, 12. Kreuzung. Die nähere Untersuchung dieser Analogien dürfte wohl geeignet sein, weiteres Licht in die geheimnisvolle Tätigkeit der Molekularkräfte zu bringen.

---

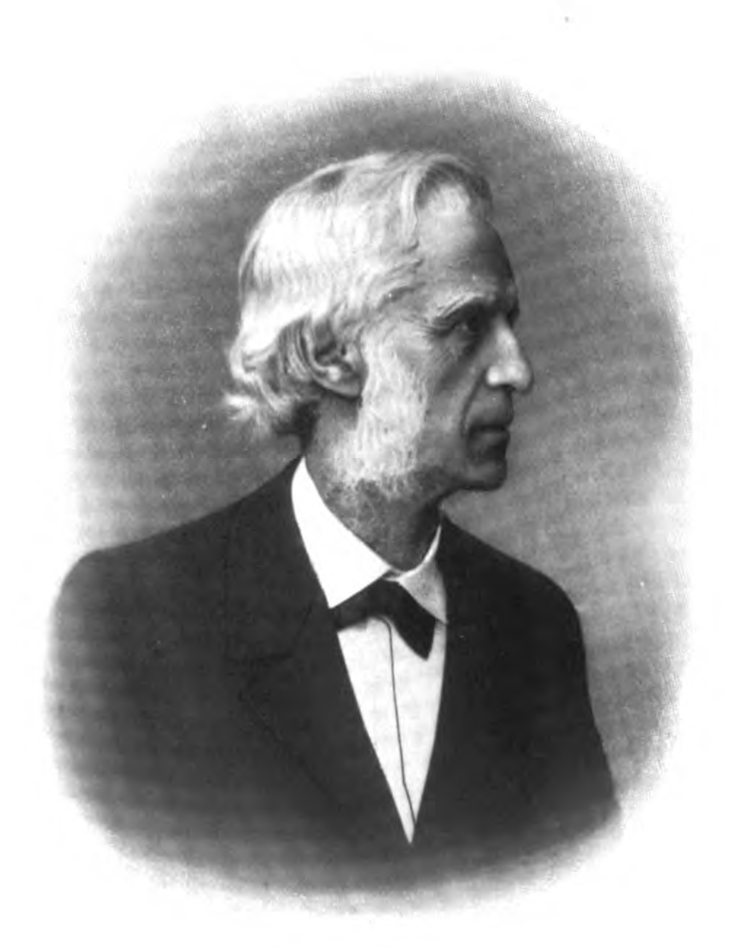
[1] Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen von W. Roux, 21, Heft 3, 1906.

* * *

Wie diese flüchtige Zusammenstellung zeigt, hat die Entdeckung der flüssigen und scheinbar lebenden Kristalle zur Kenntnis einer Menge Tatsachen geführt, welche von jeder Molekulartheorie oder sonstigen Theorie der sogenannten Molekularerscheinungen und Molekularkräfte berücksichtigt werden müssen. Hierdurch dürfte es nicht nur möglich werden, ungeeignete Theorien auszuscheiden, sondern geradezu Anhaltspunkte zur Aufstellung einer zutreffenden Theorie zu gewinnen und dies wird um so leichter möglich sein, je mehr die Zahl der Tatsachen wächst.[1]

---

[1] Um Jedem die Ausführung von Versuchen in dieser Richtung zu ermöglichen, wozu vor allem ein sogenanntes Kristallisationsmikroskop (s. O. Lehmann, Zeitschr. f. Kristallographie I, Taf. V, Fig. 7, 1877 und Flüssige Kristalle, S. 27) gehört, habe ich zwei Firmen veranlaßt, solche Instrumente zu liefern. Einfache Mikroskope für subjektive Beobachtung können schon seit längerer Zeit bezogen werden von Voigt & Hochgesang (R. Brunnée) in Göttingen, vollkommenere, welche gleichzeitig Projektion der Erscheinungen ermöglichen, sowie Serien-Momentphotographie während der subjektiven Beobachtung konstruiert neuerdings die optische Werkstätte C. Zeiss nach Angaben von Herrn Dr. Siedentopf. Beide Firmen liefern auch die erforderlichen Präparate, sowie eine in Form eines Dreigesprächs abgefaßte, im Verlag von J. F. Schreiber in Eßlingen erschienene Anleitung zur Ausführung der typischen Versuche, ausgestattet mit zahlreichen farbigen Figuren im Text.



Meidinger

Heinrich Meidinger.

Von

Geh. Hofrat Dr. O. Lehmann.

Wann und wo ist Heinrich Meidinger gestorben? so schrieb an mich kurz und bündig vor einigen Jahren der Herausgeber eines bekannten biographisch-literarischen Handwörterbuchs der Physik. Die Möglichkeit, der Träger eines so viel genannten, in jedem elementaren Lehrbuch der Physik erwähnten Namens könne noch unter den Lebenden weilen, wurde von ihm gar nicht in Betracht gezogen. Dürfen wir ihm dies verargen? Keineswegs! Gerade seine reiche Erfahrung auf dem Gebiete der Physik führte ihn zu dem Trugschluss, ein Physiker, dessen Name in weiteren Kreisen Verbreitung gefunden und der nicht gerade eine sensationelle, auch dem Verständnis des Laien zugängliche Entdeckung gemacht hat, müsse längst begraben sein. In diesem Falle war ich aber in der glücklichen Lage antworten zu können, vor wenigen Tagen erst sei mir das Vergnügen zuteil geworden, einer Gesellschaft in Meidingers Hause anzuwohnen, bei welcher er samt seiner Frau Gemahlin sich sogar unter die tanzenden Paare gemischt habe, häufig könne man ihn beim Eislauf im Karlsruher Stadtgarten sehen, auch in seinem Berufe sei er in gewohnter Weise immer emsig tätig!

Der Grund der früh erreichten Popularität Meidingers ist zu suchen in der Art seiner Tätigkeit, die sich nicht auf dem Gebiete der reinen Physik bewegte, sondern auf dem Grenzgebiet zwischen Physik und Technik. Seine Erfindungen entsprachen vorhandenen, allgemein empfundenen Bedürfnissen, brachen sich deshalb rasch Bahn in der Praxis und so gehörte denn auch sein Name bald zu den bekanntesten.

Für den Karlsruher und speziell für die Mitglieder des Naturwissenschaftlichen Vereins war es auch seine Person. Noch jetzt glauben wir sein freundliches, durchgeistigtes Antlitz, dessen Bild die vorliegende Schrift ziert, wieder in den Sitzungen erblicken zu müssen, welchen er mit seltener Pflichttreue und Beharrlichkeit stets anwohnte und in welchen ihm als dem Sekretär des Vereins

naturgemäß ein Hauptteil der Arbeit zufiel. Dabei war es aber nicht besondere körperliche Rüstigkeit, die seinen Arbeitseifer bis zu so hohem Alter ungeschwächt erhielt, sondern nur sein eiserner Wille. Schon in seiner Jugend war er heimgesucht von einer schleichenden Krankheit, der Tuberkulose, der er schließlich am 11. Oktober 1905 zum Opfer fiel, aufs tiefste betrauert von seinen zahlreichen Freunden und nicht zum wenigsten von den Mitgliedern unseres Vereins, dem er durch eine lange Reihe von Jahren außerordentlich viele und wertvolle Dienste geleistet hatte.

Geboren am 29. Januar 1831 in Niederrad bei Frankfurt a. M. als Sohn des Pfarrers Johannes Meidinger, des bekannten Grammatikers, hat Meidinger zunächst das Gymnasium seiner Vaterstadt besucht bis Herbst 1849, um dann nach Gießen zu gehen, wo ihn sein Onkel, der bekannte Physiker Buff, ein Sohn des jüngsten Bruders von Werthers Lotte, in die Wissenschaft einführte. Er begann damit, die üblichen naturwissenschaftlichen Vorlesungen zu hören, wie sie für den Lehrberuf erforderlich sind, und promovierte 1853. Aber so wie jeder geniale Charakter, der bahnbrechend wirkt, kein Freund ist von Schablonen und Mode, so konnte sich auch unser Meidinger schon jetzt, zu Beginn seiner Laufbahn, nicht in die bestehenden Schranken hineinfinden; er hat sich selbst einen Weg gebahnt, unbekümmert um Vorteil oder Nachteil, allezeit treu seinen Idealen und wenigstens anfänglich unter den schwierigsten Umständen. Zu seinen Lehrern gehörte auch Justus v. Liebig, der Gründer des chemischen Laboratoriums, der ihm besonderes Interesse für Chemie eingeflößt hatte. Nachdem dieser einem Rufe nach München gefolgt war und dort keine Schüler mehr aufnahm, ging Meidinger auf $1^{1}/_{2}$ Jahre nach Heidelberg zu Bunsen. Schon der Besuch der ersten Weltausstellung in London 1851, sodann vor allem der der ersten Pariser Weltausstellung im Herbst 1855 erweckte aber in so hohem Maße sein Interesse für das Technische, daß er beschloß sich von nun an ganz der Technik zu widmen, freilich nicht als Ingenieur, sondern als Physiker. „Technische Physik", das war von nun an das Ziel seines Strebens, aber eine solche gab es nicht. Physik und Technik waren ehemals eins, technische Physik also eben nichts anderes. Da kam die Erfindung der Dampfmaschine. Mit scharfem Schnitte trennte sie die innig Verwachsenen, innig Zusammen-

gehörigen. Der Physiker, der in erster Linie die Wahrheit, den Zusammenhang und die Gesetze der Naturerscheinungen zu ergründen sucht, hatte keine Gelegenheit, sich mit den großen Maschinen der Praxis zu beschäftigen; dem Techniker, der vor allem die Lösung wirtschaftlicher Probleme erstrebt, fehlte die Zeit, sich in die subtilen Forschungen der Physiker zu vertiefen. Mächtig wuchsen beide Wissenschaften heran, aber immer mehr sich entfremdend. Die altehrwürdige philosophische Physik behauptete ihren ererbten Sitz an der Universität, die jung aufstrebende Technik gründete sich ihre eigene Hochschule. In diese Zeit fallen Meidingers Studienjahre. Selbstverständlich konnte auch er nicht erreichen, was andern versagt blieb, er konnte nicht zugleich Physiker und Techniker sein; aber er hielt fest an dem Gedanken der Zusammengehörigkeit und hatte durch seine nie rastende Arbeitsfreudigkeit und seinen Scharfblick das Glück, doch das scheinbar Unmögliche möglich zu machen.

Aus den gleichmäßig von Physik und Technik mißachteten Resten, welche bei der Teilung übrig geblieben waren, schuf er eine neue „technische Physik" in seinem Sinn, und es war ihm noch vergönnt zu sehen, wie sich aus diesen bescheidenen Anfängen, anschließend an seine Arbeiten, in staunenerregend großartiger Entfaltung etwas Neues herausbildete, worin seine Ideale nicht nur verwirklicht, sondern weitaus übertroffen wurden — die heutige Elektrotechnik.

Jene mißachteten Teile der Physik und Technik waren das, was man heute Schwachstromtechnik (Telegraphie usw.) und Elektrochemie (Galvanoplastik usw.) nennt. Sie krankten an dem Mangel eines galvanischen Elements mit einer auf Monate konstanten Kraft. Hier war es, wo Meidingers Tätigkeit einsetzte.

Als Frankfurter militärfrei, blieb er zunächst bis Ostern 1856 in Paris und siedelte dann nach London über, wo er sich bis Ende des Jahres aufhielt, um sich im Technischen weiter auszubilden. Anfang 1857 kehrte er nach Heidelberg zurück, habilitierte sich dort für „Technologie" und gründete am 4. Dezember sein eigenes Heim durch Verehelichung mit Elisabeth Glaub (geb. am 4. Dezember 1830). Seine erste Vorlesung „Elektrizität in ihren technischen Anwendungen" behandelte einen Stoff, über welchen zum erstenmal an einer Hochschule vorgetragen wurde. Die heute allgemein verbreitete „elektrische Klingel" war damals

noch kaum gekannt, Meidinger hat selbst (im Jahre 1857) das erst solche Läutewerk in Baden (in seiner Wohnung) eingerichtet. Dieses sowohl, wie auch namentlich eine elektrische Pendeluhr, die er von der Pariser Weltausstellung mitgebracht hatte, gab ihm Anlaß über Verbesserung der galvanischen Elemente nachzudenken. Das bekannte Element von Bunsen entwickelte unangenehme Dämpfe; beim Daniell'schen Element füllte sich bald die Tonzelle mit Kupfer aus und wurde gesprengt. Im Jahre 1859 gelang ihm durch sorgfältiges Studium der physikalischen Vorgänge im Element eine Konstruktion ohne Tonzelle zu erfinden, bei welcher die beiden spezifisch verschieden schweren Flüssigkeiten der Daniellschen Batterie allein durch ihr spezifisches Gewicht getrennt wurden. Hierdurch wurde es möglich, die Batterie in ganz gleicher Wirkung auf ein Jahr und mehr zu erhalten, das schwierige Problem war gelöst! Gürtler Bussemer in Heidelberg verfertigte die ersten Exemplare und die Verwendung erfolgte zunächst hauptsächlich im Eisenbahnsignaldienst, da hier die Verwendung von Ruhestrom nötig war, d. h. Signalgebung durch Öffnung des dauernd geschlossenen Stromes, damit von jeder Station zugleich an allen Stationen Mitteilung gemacht werden konnte und die Batterie nur an einem Orte aufgestellt zu werden brauchte.

Die Erfindung dieses heute allbekannten „Meidingerelements", dessen Überlegenheit über die zahllosen andern Konstruktionen bald erkannt wurde und welches auch noch heute, nach einem halben Jahrhundert, als das beste anerkannt ist, bedeutete einen wesentlichen Fortschritt in der technischen Anwendung der Elektrizität. So wie man von der Erfindung der Dynamomaschine die Geschichte der Starkstromtechnik zu datieren pflegt, so könnte man nicht mit Unrecht von der Erfindung des Meidinger-Elements an die Geschichte der praktischen Schwachstromtechnik rechnen. Aus dieser aber ist die Starkstromtechnik hervorgewachsen. Meidinger selbst hat sich mit Verbesserung der magneto-elektrischen Maschinen mit Erfolg befaßt; mit Erfindung der Dynamomaschine ist ihm freilich Werner Siemens zuvorgekommen.

Seine Bemühungen zur Verbesserung der Kleintechnik durch Anwendung physikalischer Gesetze brachten Meidinger naturgemäß in Berührung mit dem Gewerbeverein in Heidelberg, in welchem sich damals infolge der Einführung der Gewerbefreiheit

ein reges Leben zu entwickeln begann. Er wurde alsbald Mitglied desselben und hielt dort wiederholt Vorträge mit Experimenten, insbesondere sprach er an einer Reihe von Abenden über seinen Besuch der zweiten Weltausstellung in London 1862. Daneben hielt er auch Vorträge vor gemischtem Publikum, Damen und Herren, die ersten öffentlichen populären Vorträge, welche in Heidelberg gehalten wurden. Diese Tätigkeit gab den Anlaß zu seiner Berufung als Direktor der neugegründeten Landes-gewerbehalle in Karlsruhe im Jahre 1865. Hier war er in erster Linie damit beschäftigt, die Bibliothek zu gründen, Ausstellungsgegenstände zu beschaffen und zu prüfen, zu beraten, sowie Vorlesungen im Saal der Anstalt zu halten. Die erst zu beschaffenden Werke der Bibliothek wurden nach einem neuen Plan, wie er bis dahin noch nicht existierte, geordnet nach drei Hauptgruppen, die dann wieder in zahlreiche kleinere Gruppen zerlegt wurden. Der Raum der Bibliothek, ursprünglich ein Zimmer, vergrößerte sich allmählich auf acht Zimmer von 338 qm Fläche, die Zahl der Nummern (mit viel mehr Bänden) auf 2300. Das Lesezimmer enthält heute bereits 50 Arbeitsplätze. Die Ausstellung hatte ursprünglich einen Raum von rund 400 qm; als mit Gründung der Kunstgewerbeschule in dem oberen Stock die Anstalt vergrößert wurde, stieg ihre Fläche ebener Erde auf 850 qm, welche sie heute noch besitzt. Als besonders wichtige Aufgabe betrachtete Meidinger in den ersten Jahren die Prüfung der Otto-Langenschen atmosphärischen Gaskraftmaschine, welche er 1867 beim Besuch der zweiten Pariser Weltausstellung kennen gelernt hatte. Er war in der Lage, eine halbpferdige Maschine dieser Art für die Ausstellung zu erwerben und fand sie bei mehrmonatlicher Untersuchung — im Gegensatz zu Hannoverschen Sachverständigen — sehr brauchbar. Sie verbreitete sich in der Tat rasch, bis sie 1877 von dem jetzigen neuen Motor von Otto verdrängt wurde.

Von Anfang seiner Karlsruher Tätigkeit an wurde er auch Mitglied unseres Naturwissenschaftlichen Vereins und Herausgeber der Verhandlungen desselben, welche durch die lange Reihe von 30 Jahren mit größter Gewissenhaftigkeit und Aufopferung von ihm redigiert wurden. In Anerkennung dieser Verdienste wurde er von dem Verein, wie bekannt, an seinem 70ten Geburtstage zum Ehrenmitglied ernannt. Im Jahre 1867 gründete er

ferner die „Badische Gewerbezeitung" nach dem Vorbild der in Darmstadt und in Stuttgart erscheinenden Gewerbeblätter, in den ersten Jahren als Monatsblatt — fast ganz von ihm selbst geschrieben — seit 1872 als Organ der badischen Gewerbevereine zweimal im Monat erscheinend und seit 1880 wöchentlich. Seine Bestrebungen legte er 1882 in einem größeren Artikel über den „Charakter eines Gewerbeblattes allgemeiner Richtung" dar und 1883 führte er die mit erster Jahresnummer regelmäßig erscheinenden „Organisationen zur Förderung des Gewerbewesens in Baden" ein und die mit jeder Nummer erscheinenden einfachen „kunstgewerblichen Abbildungen", welche anfangs auf eine Textseite gedruckt, seit 1887 aber auf besonderen Blättern beigegeben wurden. Erst Ende 1902 trat Meidinger in der Hauptsache von der Redaktion der Badischen Gewerbezeitung zurück, nachdem er angeregt hatte, daß für die Folge Jahresberichte über die einzelnen Gewerbe im Hinblick auf deren technischen Fortschritt von Fachleuten angefertigt werden sollten, deren bis heute schon eine erhebliche Zahl vorliegt. Von den mit dem Jahre 1884 begonnenen Meisterkursen, welche dazu bestimmt sind, Handwerksmeister in dem Fortschritt ihres Gewerbes zu unterrichten, rief Meidinger zwei ins Leben. Seit 1893 den elektrischen Kurs für Hausleitungen und Blitzableiter, sowie 1902 den Kurs für Hafner zur Belehrung über die richtigste Konstruktion der Tonöfen. Mit dieser Frage der besten Ofenkonstruktion, ein anderes in gleicher Weise von Physikern und Technikern mißachtetes Problem, hatte sich Meidinger ebenfalls schon seit Beginn seiner Karlsruher Tätigkeit eingehend befaßt. In physikalischer Hinsicht liegt eine gewisse Beziehung vor zu seinen Untersuchungen beim galvanischen Element und der Konstruktion der von ihm erfundenen kleinen Eismaschine für Haushaltungen und Zuckerbäckereien, deren vorteilhafte Wirkung ebenfalls auf richtiger Verwertung der Verschiedenheit des spezifischen Gewichts der Flüssigkeiten beruht. Auch die Zugkraft der Kamine beruht auf dem verschiedenen spezifischen Gewicht der heißen und kalten Luft und durch ein von ihm konstruiertes Modell eines Schornsteins konnte er deutlich die verschiedenen Unvollkommenheiten der üblichen Konstruktionen von Kaminen und Öfen nachweisen. An mehreren Dutzend verschieden konstruierter Öfen, die er selbst auf seinem Bureau bediente,

machte er eine Menge von Versuchen über den Nutzeffekt derselben, die geeignetste Beschaffenheit der Brennstoffe — er ließ solche zum Teil aus großer Ferne, sogar aus Amerika kommen — das Ausströmen giftiger Gase aus Öfen, die Ursache von Explosionen von Öfen, die Unabhängigkeit der Wirkung von der Höhe der Aufstellung usw. — Dinge über welche vorher nichts bekannt war. Ein ganz eigenartiges Problem legte ihm die Koldeweysche Polarexpedition vor, welche einen dauernd gut heizenden Ofen wünschte. Hierdurch gelangte er im Jahre 1869 zur Erfindung des unentbehrlich gewordenen Dauerbrandofens, der sich bald in verschiedenen Formen in der ganzen Welt eingebürgert hat, unter welchen der fast ein halbes Jahrhundert alte ursprüngliche „Meidingerofen" noch heute zu besten gehört.

Im folgenden Jahre, bald nach Ausbruch des Krieges 1870, wurde Meidinger von dem Vorstand des Badischen Frauenvereins aufgefordert, eine Militärwäscherei einzurichten und zu leiten für etwa 300 Kranke. Es geschah dies auf der Militärschwimmschule. Die Arbeit besorgten 24 Wäscherinnen, deren Unterweisung und Beaufsichtigung seine Frau übernahm. Als im November die frühe Winterkälte eintrat, konnte nicht mehr getrocknet werden; aber Meidinger wußte Rat. Er ließ einen hölzernen Schornstein bauen, in welchem ein konstanter Strom warmer Luft durch vier unten angebrachte Meidingersche Dauerbrandöfen unterhalten wurde. In diesem „Trockenturm" wurde die nasse Wäsche aufgehängt bis 11 m Höhe und, wie zu erwarten war, wurde sie durch die trockene warme Luft, welche oben als feuchte Luft den Schornstein verließ, rasch von ihrer Feuchtigkeit befreit. Die Anordnung erwies sich als so vorteilhaft, daß er auch beim Bau seines Hauses (Nowacksanlage 2) im Jahre 1873 einen solchen Trockenturm mit Transportanlage zum schnellen Ein- und Ausbringen der Wäsche einbauen ließ. Noch manche andere Meidingersche Konstruktionen fanden dabei praktische Ausführung, so die Einrichtung besonderer Kamine in jedem Stockwerk, welche dauernd guten Zug und nie Rauch in dem Zimmer erzeugen (das erste Beispiel), die Verbindung der Abortgrube mit einem besonderen Zugkamin zwischen Feuerkaminen, wodurch die Aborte völlig geruchlos wurden, die Bekleidung der Außenmauer eines Schlafzimmers mit schlechtem Wärmeleiter

und die ausschließliche Verwendung von rheinischen Tuffsteinen für die Zwischenwände, eingemauerte völlig verborgene feuerfeste Kassenschränke in jedem der drei Stockwerke, ein Hand-Kohlenaufzug vom Keller bis zum Dach durch sämtliche Küchenräume geführt und anderes mehr. Die Zeitschriften des Gewerbevereins und des naturwissenschaftlichen Vereins enthalten die Berichte über zahlreiche weitere Erfindungen und Studien, die er als Vorstand der Landesgewerbehalle auch unmittelbar für die Praxis fruchtbar machen konnte.

Vorträge hielt Meidinger in den ersten 10 Jahren ausschließlich in dem an 200 Personen fassenden Saal der Landesgewerbehalle für das gesamte Publikum; später, als wegen Einrichtung der Kunstgewerbeschule dieser Saal nicht mehr zur Verfügung stand, im Karlsruher Gewerbeverein, sowie auswärts in 42 Gewerbevereinen des Landes, zumeist unter Vorzeigung und Ausführung von Versuchen. Den letzten zweistündigen Vortrag kurz vor seinem 70ten Lebensjahre hielt er in Villingen über „Gas oder Elektrizität". Im Naturwissenschaftlichen Verein hielt er im ganzen 125 Vorträge, über welche in den Verhandlungen berichtet ist. Ferner hielt er als Mitglied Vorträge in dem Karlsruher und in dem Mannheimer Bezirksverein deutscher Ingenieure, in dem hiesigen Architekten- und Ingenieurverein, sowie in dem Frankfurter „Technischen Verein", der ihn auch zu seinem Ehrenmitglied ernannte. Besonders zu erwähnen sind zwei Vorträge, die er bei den Versammlungen des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege hielt: 1895 in Stuttgart über „Gasheizung im Vergleich zu anderen Einzelheizsystemen" und 1899 in Nürnberg über die „Rauchbelästigung in Städten", auch noch ein Vortrag in der Jahresversammlung der Zentralstelle für Arbeiterwohlfahrtseinrichtungen in Berlin, Mai 1894, über die „Stauberzeugung in Haarschneidereien". Verschiedene Vorträge wurden auf Veranlassung des Frauenvereins sowie des Vereins für Volkshygiene gehalten im Karlsruher Rathaussaal. Im Frühjahr 1882 berichtete er auf Wunsch der Großherzoglichen Herrschaften vor diesen und geladenen Gästen in Baden über die Entwicklung der elektrischen Beleuchtung mit Hinsicht auf die erste internationale elektrische Weltausstellung in Paris 1881, welche er besucht hatte.

Den Ausstellungen hatte Meidinger überhaupt stets

besonderes Interesse gewidmet. Alle europäischen Weltausstellungen: 1867 Paris, 1873 Wien — wo er als Preisrichter tätig war — 1878 Paris, 1889 Paris, 1900 Paris wurden von ihm eingehend studiert; ebenso verschiedene deutsche Ausstellungen, darunter diejenigen in Karlsruhe: 1877, 1886, 1894, über welche er die Kataloge als vorbildliche Muster anfertigte.

Im Nebenamt war er seit 1869 als Lehrer an der Technischen Hochschule tätig, indem er zunächst einen Teil der früher von Prof. Dr. Karl Seubert gehaltenen Vorlesungen (Heizung und Beleuchtung, Glas- und Thonwarenindustrie) übernahm und sie später durch Vorlesungen über Anwendung der Elektrizität erweiterte. Am 11. Juli 1874 wurde ihm der Titel eines ordentlichen Professors der technischen Physik verliehen, für welches Fach bis dahin kein Lehrauftrag bestand mit Sitz und Stimme im großen Rat, allerdings ohne Gründung eines eigenen Lehrstuhls. Zuletzt las er über Heizung und Ventilation der Wohnräume, Dynamomaschinen im Hinblick auf ihre Verwendung und ältere Anwendungen der Elektrizität (Blitzableiter, Galvanoplastik, Telegraphie und Telephonie). Er war mit 75 Jahren der älteste Lehrer der Technischen Hochschule.

Eine reiche, man möchte sagen überreiche Tätigkeit ist Meidingers Lebenswerk! Mit Stolz konnte er darauf zurückblicken in den letzten Jahren, da natürlich das Alter seinem Wirken eine Grenze setzte. Manchmal erfüllten ihn da Todesahnungen. Dann gewährte er mir wohl einen tiefen Einblick in sein Herz, das Trost fand in dem Bewußtsein, stets so gehandelt zu haben, wie es echt christlicher Sinn vorschreibt. In der Tat, er liebte Gott, denn er liebte die Menschen und er diente Gott, denn er gebrauchte seine Kräfte dazu, wozu sie uns gegeben sind, zu treuester Pflichterfüllung in selbstlosem Bemühen für das Wohl der Gesamtheit. So mußte ihm der Abschied leicht werden!

Von Seiner Königlichen Hoheit dem Großherzog wurde er mehrfach durch Titel und Orden ausgezeichnet: 1891 wurde er zum Hofrat ernannt, 1902 zum Geheimen Hofrat, 1875 erhielt er das Ritterkreuz I. Klasse des Ordens vom Zähringer Löwen, desgleichen mit Eichenlaub 1894, Ende 1904 beim Abschied von der Landesgewerbehalle das Kommandeurkreuz II. Klasse des Ordens vom Zähringer Löwen.

Naturgemäß erwarb sich Meidinger schon durch seine ausgedehnte Berufstätigkeit, die ihn mit sehr vielen Personen in Berührung brachte, durch sein liebenswürdiges und bescheidenes Wesen eine große Zahl von Freunden, wohl auch durch seine Vorliebe für Geselligkeit. Die gesellschaftlichen Unterhaltungen in seinem Hause waren in der Regel besonders gewürzt durch Vorführung von allerlei physikalischer Kurzweil; sehr gerne führte er auch seine Gäste in die freie Natur und jeder Teilnehmer an diesen fröhlichen Ausflügen der sog. „Meidinger-Gesellschaft" wird stets mit großem Vergnügen daran zurückdenken. Ein besonderer Festtag war alljährlich die Feier seines Hochzeitstages. Gelegentlich der Silberhochzeit bereitete er den Gästen eine besondere Überraschung durch Ausschmückung seiner Wohnung mit den eben erst erfundenen, in Karlsruhe noch vollkommen unbekannten Edisonschen Glühlampen, für welche den Strom eine auf der Straße aufgestellte Lokomobile mit Dynamomaschine lieferte, vom Publikum mit einiger Entrüstung als verspätet arbeitende, die Nachtruhe störende Grubenentleerungsmaschine betrachtet. Als ihn die Last der Jahre nötigte, auf solche Veranstaltungen zu verzichten und die Einladung zur Hochzeitsfeier ausblieb, fand sich die Gesellschaft dennoch ein und jeder brachte etwas dazu Nötiges mit, sodaß das Fest zu Meidingers größtem Erstaunen ganz ohne sein Zutun dennoch stattfand und ganz den gewohnten Verlauf nahm! Ein schönes Zeugnis für die überaus herzlichen Beziehungen der Familie Meidinger zu ihren Freunden.

Auch für den Fernerstehenden kam diese Anhänglichkeit und Hochschätzung zum Ausdruck durch die zahlreiche Beteiligung bei Meidingers Begräbnisfeier im Krematorium des hiesigen Friedhofs am 13. Oktober 1905 und durch die dabei gehaltenen Ansprachen, die ausklangen in die Worte: „Wir werden es nicht mehr sehen, das liebe Gesicht mit den allzeit klaren Augen, wir werden ihm nicht mehr die Hand drücken können, dem freundlichen Kollegen mit den Silberhaaren, dem jugendfrischen Herzen, der so gerne weilte im Kreise lebensfroher Jugend, dessen Freude es war, wenn er andere im Glück sah oder wenn er sie irgend erfreuen konnte, aber er wird fortleben in unserem Herzen, er wird fortleben in der Geschichte der Wissenschaft als leuchtendes Vorbild für die Nachwelt. Ehre seinem Andenken!"

Verhandlungen

des

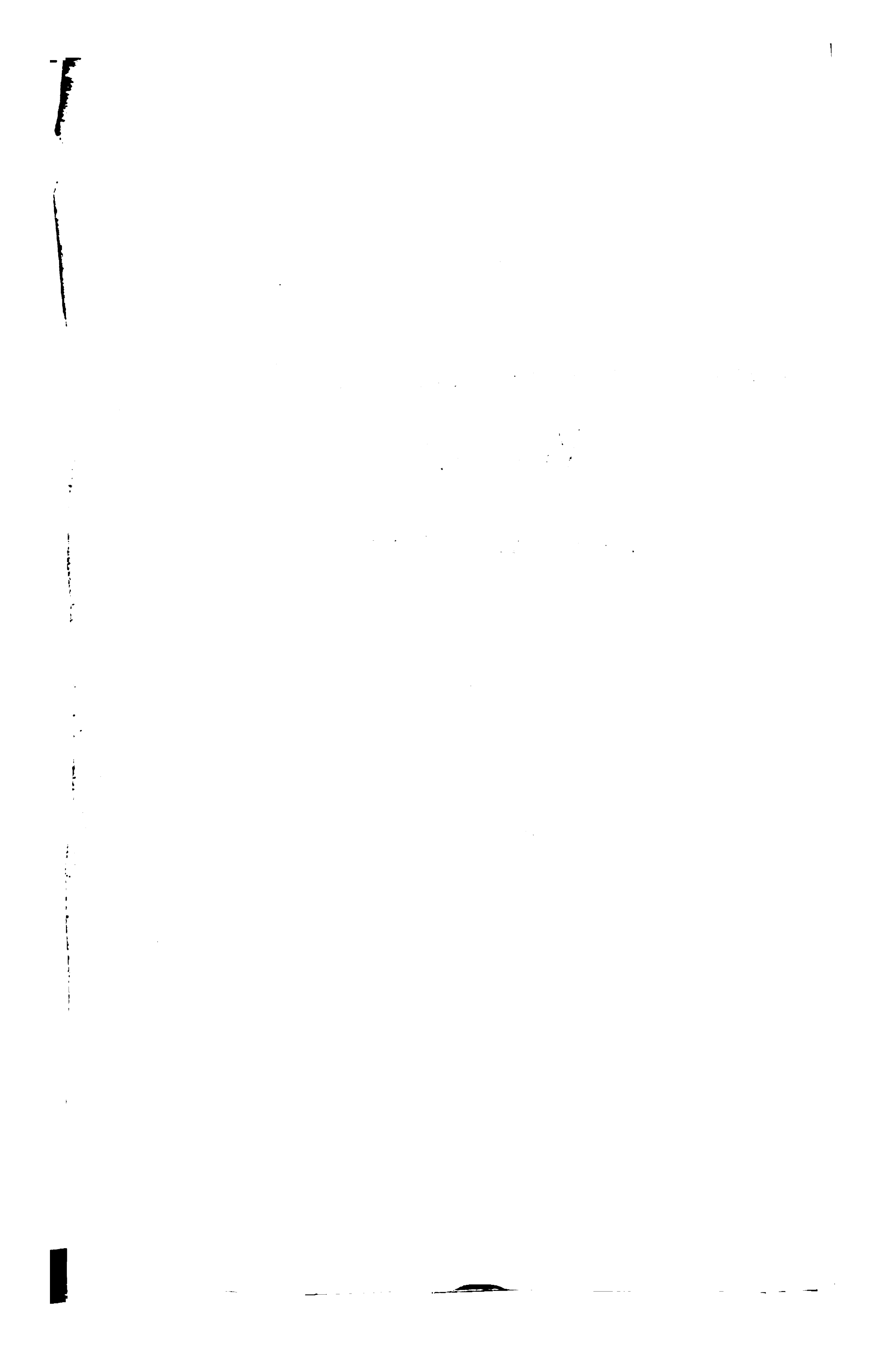
Naturwissenschaftlichen Vereins

IN KARLSRUHE

20. Band. 1906—1907.

Mit 10 Textfiguren und Inhaltsverzeichnis für die Bände 14—20.

KARLSRUHE i. B.
Druck der G. Braunschen Hofbuchdruckerei
1908.



Inhaltsverzeichnis.

Sitzungsberichte.

Abhandlungen.

Anhang.

Berichtigung.

Die von Herrn Prof. Henrich zuerst brieflich mitgeteilten, später publizierten (Zeitschr. f. angew. Chem. 1907, S. 49 und Sitz.-Ber. d. Wiener Akad. Bd. 115 Abt. II b. vom 3. Nov. 1906) hohen Aktivitätswerte für die Thermen von Wiesbaden bedürfen nach dessen eigenen neuesten Messungen der Korrektur. In dem Aufsatz »Beiträge zur Kenntnis der Radioaktivität der Mineralquellen« von C. Engler (Verhandl. d. Naturwiss. Ver. Karlsruhe 1905/06) sind deshalb auf S. 101 (Sonderabdruck S. 37)

1. im ersten Absatz Zeile 4 und 5 die auf Wiesbaden bezüglichen Worte zu streichen,

2. in der Anmerkung die unrichtigen Angaben durch folgenden Wortlaut zu ersetzen:

[1] Nach freundlicher brieflicher Mitteilung des Herrn Prof. Henrich, welcher neuerdings die Wiesbadener Quellen mittels des Fontaktoskopes untersucht hat, zeigt auch die dortige starke Schützenhofquelle (Temp. 50° C) wechselnde Aktivität; beobachtet zuletzt 7,8 Mache-Einheiten. Kochbrunnen (68°) 1,2, Quelle des »Pariser Hof« 3,4, Quelle »Schwarzer Bock« 3,8, Spiegelquelle (66°) 0,8, Quelle Dr. Kurz 11,9 M.-E.

Jahresbericht.

Vorträge und Veranstaltungen. Im Vereinsjahr 1906/07 haben an 17 Abenden 19 Vorträge stattgefunden, deren Themata aus dem voranstehenden Inhaltsverzeichnis zu ersehen sind.

Im Jahr 1906 ist als Versammlungslokal noch ein geschlossenes Zimmer des Gasthauses zum Moninger benützt worden, dann ist der Verein wieder in das Gesellschaftshaus des »Museum« übergesiedelt, nachdem dessen Umbau inzwischen vollendet worden ist. Vorträge, bei denen größere Experimente oder Lichtbilder vorgeführt wurden, sind im großen chemischen Hörsaal der Technischen Hochschule abgehalten worden.

Der Allgemeine Deutsche Schulverein zur Erhaltung des Deutschtums im Ausland, Ortsgruppe Karlsruhe, der Alldeutsche Verband, hat zu je einem Vortrag, die Deutsche Kolonialgesellschaft, Abteilung Karlsruhe hat zu zwei Vorträgen unsere Mitglieder einzuladen die Freundlichkeit gehabt; es sei dafür auch an dieser Stelle nochmals der verbindlichste Dank zum Ausdruck gebracht.

Ehrungen. Bei der Feier, die zu Ehren des 80. Geburtstages Sr. Exzellenz des Wirkl. Geh. Admiralitätsrates Dr. v. Neumayer am 17. Juni 1906 in Neustadt a. d. H. stattgefunden hat, hat der Verein dem Jubilar durch den Schriftführer Glückwünsche überbringen lassen.

Festschrift. Die im 19. Band veröffentlichten Abhandlungen sind auf feinem Papier gedruckt als Festschrift Ihren K. Hoheiten dem Großherzog und der Großherzogin zu ihrer goldenen Hochzeit gewidmet worden. Der Verein verdankt dem Großh. Ministerium der Justiz, des Kultus und des Unterrichts einen namhaften Beitrag zu den Druckkosten.

Erdbebenkommission. Bericht über die seismischen Stationen Durlach und Freiburg. Für die Station in Durlach hat sich die Erstellung eines kleinen oberirdischen Raumes als

notwendig erwiesen, der als Aufbewahrungsort verschiedener Materialien und Utensilien dienen soll und in welchem die Apparate einer Prüfung und Korrektion unterzogen werden können. Vor dem bisherigen Treppeneingang wurde daher im August und September 1906 ein einfacher, 4 m breiter und 5 m langer Vorbau errichtet. Die Baukosten desselben betrugen M. 1 342.82, und für Anschaffung des nötigen Mobiliars wurden M. 135.50 ausgegeben. Die Kosten wurden aus vorhandenen Mitteln der Bohmschen Stiftung bestritten. Zur Beheizung des Raumes hat die Gasanstalt der Stadt Karlsruhe einen großen Gasofen unentgeldlich zur Verfügung gestellt.

Im Dezember 1906 wurde an den beiden Horizontalpendeln in Durlach die Dämpfung angebracht. Nach den aus den photographischen Registrierungen entnommenen Abmessungen beträgt bei beiden Pendel Nr. 2 und 4 die Dämpfung 1.7 : 1. Mit dieser Dämpfung registriert seit dieser Zeit der Durlacher Apparat. Durch die Erstellung der Gas- und Wasserleitung in der an der Erdbebenstation vorübergehenden neuen Straße konnte Ende März der Anschluß der Station an die städtische Gas- und Wasserleitung bewerkstelligt werden, welcher bei der Errichtung des oben erwähnten Vorbaues vorgesehen worden war. Sowohl für die allgemeine Beleuchtung als auch für die photographische Registrierung an Stelle der bisherigen Benzinlampe ist seit 1. April 1907 Gaslicht eingerichtet. Hiebei hat die photographische Beleuchtungseinrichtung einige Abänderung erfahren. Bisher rückte nämlich nach jeder Umdrehung der Registriertrommel infolge elektrischer Auslösung einer Sperrklinke die Benzinlampe mit dem daran angebrachten Spalt auf einem Schlitten um 8 mm weiter. Bei der nunmehr getroffenen Einrichtung ist der Spalt von der Lampe getrennt. Die Lampe, ein gewöhnlicher Auerbrenner, bleibt ruhig stehen, und nur der Spalt rückt jetzt vor einer zwischen ihm und dem Auerbrenner eingeschalteten 16 cm im Durchmesser großen Konvexlinse weiter. Der Spalt ist ferner auf einer drehbaren Scheibe angebracht, auf der am gegenüberliegenden Ende des Durchmessers ein zweiter Spalt mit großer Öffnung sitzt. Dieser dient bei Beobachtung mit freiem Auge, während ersterer für die photographische Registrierung ein für allemal eingestellt bleibt. Infolge der Gasbeleuchtung hat sich die Temperatur im Aufstellungsraum des Seismographen, die

bisher im Mittel 12° betrug, nunmehr auf 17° erhöht. Mit der Erhöhung der Temperatur ist der Beobachtungsraum bedeutend trockener geworden; auch ist die für die Ventilation früher notwendige, am Fuß der Treppe angebrachte Zuglampe nicht mehr nötig. Außer der durch die Herstellung der Gaszuleitung verursachten Betriebsstörung sind keine größeren Unterbrechungen in den Registrierungen des Seismographen vorgekommen. Für das Jahr 1907 liegen 114 dreitägige Registrierbogen vor. Die Sekundenpendeluhr, die nunmehr über zwei Jahre in dem unterirdischen Raum beim Seismographen aufgestellt ist, hat keinerlei Reparatur benötigt und wurde allwöchentlich mit der Normaluhr der Technischen Hochschule chronographisch verglichen.

Auf der Station in Freiburg ist die Einrichtung ungeändert geblieben. Während des Jahres 1907 kamen nur einige kleinere Störungen in dem sonst ungeänderten Betriebe vor. Die Entwicklung der photographischen Registrierungen wird jedoch seit Juni 1907 in Freiburg selbst vorgenommen. Für 1907 liegen 117 dreitägige Registrierbogen vor. Von 116 Bogen aus 1906 und von zirka einem Drittel der Bogen aus 1907 sind die stündlichen Ordinaten der Registrierungen in Freiburg abgelesen.

Seit Ende 1906 haben die Herren Prof. Leutz in Karlsruhe und Prof. Neuberger in Freiburg ihre Mitarbeit niedergelegt, und ist ihnen vom naturwissenschaftlichen Verein für ihre Tätigkeit gedankt worden. An ihre Stelle ist in Freiburg Herr Prof. Dr. L. Neumann und in Karlsruhe der techn. Assistent des phys. Instituts Herr Laukisch getreten, während Herr Apotheker Stein wie bisher auch weiterhin für den Betrieb der Station in Durlach Sorge trägt. Den Zeitdienst für die Uhren in den Stationen Durlach und Freiburg, sowie die Bezifferung der von den beiden Stationen einlaufenden Registrierungen besorgt der Assistent am geodätischen Institut Herr Geometer Bär.

Mit Genehmigung seiner vorgesetzten Behörde hat das Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie wieder die Leitung des Erdbebenmeldedienstes übernommen; im Benehmen mit der Erdbebenkommission sind neue Meldeformulare angefertigt und in großer Anzahl an die Wasser- und Straßenbauinspektionen und mit Genehmigung der Großh. Forst- und Domänendirektion auch an die Großh. Forstämter hinausgegeben worden.

Rechnungsführung.

A. Bestand der Kasse im Berichtsjahr 1906—1907.

Einnahmen.

Kassenrest vom Vorjahr	M. 499.96	
Mitgliederbeiträge	» 1 434.00	
Zinsen, Kontokorrent-Zinsen	» 883.03	
Beitrag des Großh. Ministeriums des Innern	» 300.00	
Stiftung von Ungenannt	» 5 000.00	
Für verkaufte Bände der Verhandlungen	» 40.50	
		M. 8 157.49

Ausgaben.

Bureaukosten, Druckkosten, Porto, Lokalmiete etc.	M. 553.97	
Vorträge	» 98.00	
Druck des 19. Bandes der Verhandlungen	» 1 220.68	
Errichtung und Betrieb der Erdbebenstationen	» 1 740.34	
		M. 3 612.99
Kassenrest am 27. Mai 1907		M. 4 544.50
Bestand der Handkasse	M. 4.53	
Guthaben bei der Bad. Bank	» 4 539.97	
	M. 4 544.50	

B. Vermögensstand.

Wertpapiere	M. 23 200.00	
Kassenrest	» 4 544.50	
Vermögensstand am 27. Mai 1907		M. 27 744.50
» » 1. Juni 1906		» 23 699.96
somit Zunahme		M. 4 044.54

Ein Teil der Kosten des Betriebes der beiden seismischen Stationen in Durlach und Freiburg sind aus den von den Landständen bewilligten Mitteln bestritten worden.

Drucksachen-Tauschverkehr.

Im abgelaufenen Vereinsjahr sind in den Schriftenaustausch neu eingetreten:

Field Columbian Museum in Chicago,
Colorado College Observatory in Colorado Springs (Col.).
Russische Physikalisch-chemische Gesellschaft in St. Petersburg.

Eingegangen sind die nachstehend verzeichneten Drucksachen:

A. Von Akademien, wissenschaftlichen Instituten und Vereinen:

Ann Arbor. University of Michigan. 7th Annual Report.

Anani. Biologisch-landwirtschaftliche Versuchsanstalt. Berichte über Forst- und Landwirtschaft in Deutsch-Ostafrika. 2. Band Heft 8; 3. Band Heft 1.

Augsburg. Naturhistorischer Verein. 37. Bericht.

Basel. Naturforschende Gesellschaft. Verhandlungen, Band 18, Heft 3.

Bautzen. Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis. Sitzungsberichte und Abhandlungen. 1902—1906.

Bergen. Museum. Aarsberetning for 1906; desgl. for 1906. — Aarbog 1906. 2. u. 3det Hefte; 1907, 1ste Hefte. — An account of crustacea of Norway. Vol. V, Parts 13—16; Meeresfauna von Bergen. Heft 2 u. 3.

Berlin. Botanischer Verein für die Provinz Brandenburg. Verhandlungen. 48. Jahrg. 1906.

— Deutsche Geologische Gesellschaft. Zeitschrift. 57. Band, 4. Heft; 58. Band, 1.—3. Heft; 59. Band, 1. u. 2. Heft.

Bern. Naturforschende Gesellschaft. Mitteilungen aus dem Jahre 1905. No. 1591—1608.

Bonn. Naturhistorischer Verein. Verhandlungen. 62. Jahrg. 1905, 2. Hälfte; 63. Jahrg., 1. Hälfte. — Sitzungsberichte 1906, 1. Hälfte.

— Niederrheinische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Sitzungsberichte 1905, 2. Hälfte.

Boston. American Academy of Arts and Sciences. Proceedings. Vol. 41, No. 20—35; Vol. 42, No. 1—25.

Braunschweig. Verein für Naturwissenschaften. 14. Jahresbericht für die Vereinsjahre 1903/04 und 1904/05.

Breslau. Schlesische Gesellschaft für vaterländische Kultur. 82. Jahresbericht 1904 mit Ergänzungsheft: Neuburg: Literatur der Landes- und Volkskunde in der Provinz Schlesien, umfassend die Jahre 1900—1903; 84. Jahresbericht 1905.

Brooklyn. Institute of Arts and Sciences. Cold Spring Harbour Monographs. VI.

Brünn. Naturforschender Verein. Verhandlungen. 44. Band. 1905. — 24. Bericht der meteorologischen Kommission: Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1904.

— Lehrerklub für Naturkunde: 7. Bericht und Abhandlungen für das Jahr 1905.

Bruxelles. Société Entomologique de Belgique. Annales. 50[e] année. Mémoires XIV: Catalogue raisonné des microlepidoptères de Belgique. 2[e] partie. XII: Mémoire jubilaire public à l'occassion du cinquantenaire de la fondation de la Société.

— Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts. Bulletin de la classe des sciences. 1905 No. 12; 1906 No. 3—12; 1907 No. 1. — Annuaire. 73[e] année.

— Société Royale de Botanique de Belgique. Bulletin. Année 1904—1905, Tome 42, 3[er] fascicule.

Budapest. K. Ungar. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Aquila. Zeitschrift für Ornithologie. 12. Jahrg. 1905. — Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. 23. Band, 1905. — Recensio critica automatica of the doctrin of birdmigration by Otto Hermann.

Cassel. Verein für Naturkunde. Abhandlungen und Bericht 50 über das 70. Vereinsjahr.

Chapel Hill (North Car.). Elisha Mitchel Scientific Society. Journal. Vol. 22, No. 3, 4.

Chicago. Field Columbian Museum. Publication. Zoological series. Vol. VII No. 2: Bean. A catalogue of the fishes of Bermuda, with notes on a collection made in 1905 for the Field Museum. — Vol. VII No. 3: Meek. Discription of three new species of fishes from middle America. — Zoological series. Vol. VII No. 2, 3. — Annual Report of the Director to the Board of Trustees for the year 1906. — Botanical series.

Vol. II No. 4: Greenman. Studies in the genus Citharexylum; Vol. II No. 5: Millspaugh. Flora on the sand keys of Florida.

Cincinnati. Lloyd Library. Mycological series. No. 19—23. — Lloyd. The Tylostomeae. — Index of the mycological writings of C. H. Lloyd. Vol. I, 1898—1905.

Colorado Springs. Colorado College Observatory. Publication. Vol. XI: Semi-annual bulletin. No. 42—45. — Vol. XII: Semi-annual bulletin containing the annual meteorological summary.

Columbus (Ohio). State University. Report of the President to the Board of Trustees. 30. June 1905. — University Bulletin Vol. X, No. 3. — University Bulletin Vol. X, No. 1: Catalogue and announcements; Vol. X, No. 5: The state and higher education in Ohio.

Chur. Naturforschende Gesellschaft Graubündens. Jahresbericht. 48. Band, Vereinsjahr 1905/06.

Colmar. Naturhistorische Gesellschaft. Mitteilungen. Neue Folge. 8. Band, Jahre 1905 u. 1906.

Davenport (Iowa). Academy of Natural Sciences. Proceedings. Vol. 11, Pages 1—124.

Danzig. Naturforschende Gesellschaft. Schriften. Neue Folge. 11. Band, 4. Heft.

Dresden. Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis. Sitzungsberichte und Abhandlungen. 1906. Januar bis Dezember.

— Genossenschaft Flora, Gesellschaft für Botanik und Gartenbau. Sitzungsberichte und Abhandlungen. 6. Jahrg. Neue Folge, 1904—1905.

Dürkheim. Pollichia. Festschrift zur Feier des 80. Geburtstages Sr. Exzellenz des Wirkl. Geheimrates Herrn Dr. Georg von Neumayer, Ehrenpräsident der Pollichia.

Emden. Naturforschende Gesellschaft. 90. Jahresbericht. 1904 bis 1905.

Erlangen. Physikalisch-medizinische Sozietät. Sitzungsberichte; 37. Band, 1905.

Frankfurt a. M. Physikalischer Verein. Jahresbericht für das Rechnungsjahr 1904—1905.

— Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft. Bericht 1906.

Frankfurt a. O. Naturwissenschaftlicher Verein. Helios. 23. Band.

Freiburg i. B. Naturforschende Gesellschaft. Berichte. 16. Band.

Gießen. Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Bericht, medizinische Abteilung, Band 1 und 2. Bericht, naturwissenschaftliche Abteilung, Band 1.

Graz. Naturwissenschaftlicher Verein. Mitteilungen. Jahrg. 1905 und 1906.

Greifswald. Geographische Gesellschaft. 10. Jahresbericht. 1905 bis 1906. — Bericht über die Tätigkeit der Gesellschaft in den ersten 25 Jahren ihres Bestehens.

Halifax. Nova Scotian Institute of Natural Science. Proceedings and Transactions. Vol. 11, Part 2, Session of 1903—1904.

Halle. Verein für Erdkunde. Mitteilungen. 30. Jahrg. 1906.

— Kais. Leop.-Karol. Deutsche Akad. der Naturf. Leopoldina. Heft 41, No. 5—11; Heft 42, No. 1—12; Heft 43, No. 1—4.

Hamburg. Naturwissenschaftlicher Verein. Abhandlungen aus dem Gebiet der Naturwissenschaften. 19. Band, 1. Heft. — Verhandlungen 1906. 3. Folge. XIV.

Heidelberg. Naturhistorisch - medizinischer Verein. Verhandlungen. 8. Band, 3. u. 4. Heft.

— Astrophysikalisches Institut. Publikationen. Band II, No. 9, 10.

— Astrometrisches Institut. Veröffentlichungen. IV. Band. — Mitteilungen VII (Jahresbericht 1905), VIII, IX.

Helsingfors. Societas pro Fauna et Flora Fennica. Meddelanden. 31. Häftet, 1904—1905; desgl. 32. Häftet, 1905 bis 1906. — Acta 27 u. 28.

Innsbruck. Naturhistorisch-medizinischer Verein. Berichte. 30. Jahrg. 1905/06 u. 1906/07.

Karlsruhe. Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie. Jahresbericht 1905. Niederschlagsbeobachtungen 1906. I. u. II. Halbjahr.

— Landes-Gartenbauverein. Der Gartenfreund. Jahrg. 1905.

Kiel. Naturwissenschaftlicher Verein. Schriften. Band 13. 2. Heft.

Lausanne. Société Vaudoise des Sciences Naturelles. Bulletin. Vol. 42, No. 155—157.

Lawrence. University of Kansas. Science Bulletin. Vol. III. No. 1—10.

Leipa. Nordböhmischer Exkursionsklub. Mitteilungen. 29. Jahrg. 2.—4. Heft; 30. Jahrg., 1. Heft. — K. von Zimmermann. Die Sand- und Kiesböden Nordböhmens und deren Aufbesserung durch Zufuhr von zerfallenem Eruptivgestein.

Leipzig. Jablonowskysche Gesellschaft. Jahresbericht 1907.

Luxemburg. Institut Grand-Ducal., Section des Sciences Naturelles, Physiques et Mathématiques. Archives trimestrielles. Fasc. I et II.

Madison. Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters. Transactions. Vol. III, 1875—76; Vol. IV, 1876—77; Vol. V, 1877—81; Vol. VI, 1881—83; Vol. VII, 1883—87; Vol. XIV, Part II, 1903.

Magdeburg. Museum für Natur- und Heimatkunde. Abhandlungen und Berichte. Band I, Heft II u. III.

Mannheim. Verein für Naturkunde. 71. u. 72. Jahresbericht.

Marburg. Gesellschaft zur Förderung der gesamten Naturwissenschaften. Sitzungsberichte. Jahrg. 1906. — Schriften. Band 13, 6. Abteilung.

Mexico. Instituto Geológico. Boletin No. 22: Böse. Sobre algunas faunas tercieras de Mexico.

— Observatorio Meteorológico-Magnetico Central. Boletin Mensual. Nov. 1902, Jan. 1903, Juni 1904.

Milwaukee. Public Museum. 24th Annual Report Sept. 1st 1905 to Aug. 31st 1906.

— Wisconsin Natural History Society. Bulletin. Vol. 4, No. 1—4; Vol. 5, No. 1 u. 2.

Montevideo. Museo Nacional. Anales Vol. VI. Flora Uruguaya. Tomo III, entr. 1.

München. K. Hydrotechnisches Bureau. Jahrbuch 1906. Heft I—III.

— K. Akademie der Wissenschaften. Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Klasse. 1906. Heft 1—3.

— Bayer. Gesellschaft zur Erforschung der heimischen Flora. Mitteilungen No. 39; II. Band, No. 1—3. — Berichte. Band XI.

Nancy. Société des Sciences. Bulletin des séances. Série III, Tome VI, Fasc. IV; Tome VII, Fasc. I, II.

Neuchâtel. Société des Sciences Naturelles. Bulletin. Tome 32. Année 1903—1904.

New York. American Museum of Natural History. Bulletin. Vol. 22, 1906. — Annual Report for 1905. — Memoirs. Vol. IX, Part II: The phytosauria, with especial reference to mystriosuchus and rhytidodon; Vol. IX, Part III: Studies on the Arthrodira.

Nürnberg. Naturhistorische Gesellschaft. Abhandlungen. 15. Band, 3. Heft. — Jahresbericht für 1904.

Ottawa. Geological Survey of Canada. Annual Report 1901, Vol. XIV; 1902/03, Vol. XV. — Summary Report of the Geological Department of Canada for the calendar year 1906. — Section of Mines, Annual Report for 1904. — Brock. Preliminary Report on the Rossland B. C. Mining District. — Low. Report on the Chibougaman mining region in the northern part of the province of Quebeck. — Explorations in the Northern Canada and adjacent portions of Greenland and Alaska. — Ontario, Hamilton sheet 1 : 250 000. — Ontario, London sheet 1 : 250 000. — Map mounted police stations in the North West Territories 1905. 1 : 792 000. 2 Blatt. — Map showing mounted police stations in the North-Western Canada. 1 : 2 217 600. 2 Blatt.

St. Petersburg. Russische Physikalisch-chemische Gesellschaft. Journal. Tome XXXVIII, No. 1—9. Tome XXXIX, No. 2.

Philadelphia. Academy of Natural Sciences. Proceedings. Vol. 57, Part III; Vol. 58, Part I—III.

Pisa. Società Toscana di Scienze Naturale. Atti. Vol. 15, No. 2—5; Vol. 16, No. 2 u. 3. — Memorie. Vol. 21 u. 22. — Processi verbali. Vol. 15.

Prag. Deutscher Naturwissenschaftlich-medizinischer Verein Lotos. Sitzungsberichte. Jahrg. 1905.

— K. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. Sitzungsberichte der math.-naturw. Klasse. 1906. — Jahresbericht für das Jahr 1906.

Rennes. Université. Travaux scientifiques. Tome 4. 1905.

Regensburg. Naturwissenschaftlicher Verein. Berichte. 10. Heft für die Jahre 1903 u. 1904; mit Beilage: Dr. A. Brunnhuber: Beobachtungen über die Vesuveruption im April 1906.

Reichenberg. Verein der Naturfreunde. Mitteilungen. 36. u. 37. Jahrgang.

Rio de Janeiro. Museu Nacional. Archivos. Vol. 12.

Roma. R. Accademia dei Lincei. Atti. Vol. 15, Fasc. 9—12, 1° sem; Vol. 15, Fasc. 1—12, 2° sem; Vol. 16, Fasc. 1—8, 1° sem. — Atti. Rendiconto dell' adunanza solenne del 3. Giugno 1906. Vol. 2.

Roma. R. Comitato Geologico d'Italia. Bollettino, Anno 1906, No. 1—4.

San Paulo. Sociedad Scientifica. Revista. No. 3—4.

St. Gallen. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Jahrbuch für das Vereinsjahr 1904.

St. Louis. Academy of Science. Transactions. Vol. 15, No. 1; Vol. 16, No. 1—7.

Stockholm. Entomologiska Föreningen. Entomologiska Tidskrift. Årgang 1905.

Stuttgart. Verein für vaterländische Naturkunde. Jahreshefte. 62. Jahrgang, mit Beilage: Ergebnisse der pflanzengeographischen Durchforschung von Württemberg, Baden und Hohenzollern. III.

Sydney. Australian Association for the Advancement of Science. Report of the 10th meeting held at Dunedin 1904.

Tacubaya. Observatorio Astronómico Nacional. Anuario para el año 1907.

Tokio. Zoological Society. Annotationes zoologicae japonenses. Vol. 6, Part 2.

Upsala. Geological Institution of University. Bulletin. Vol. 7, No. 13—14.

Washington. Smithsonian Institution. Annual Report for the year ending June 30. 1905.

— U. S. Dep. of Agriculture, Division of Biological Survey. Yearbook 1905.

Wien. K. K. Geologische Reichsanstalt. Verhandlungen 1906, No. 5—18; 1907, No. 1—3. — Jahrbuch 1906, 56. Band, 2. bis 4. Heft.

— K. K. Hofmuseum. Annalen. Band 20, No. 2—4; Band 21, No. 1.

— K. Akademie der Wissenschaften, Math.-naturw. Klasse. Anzeiger 1906, No. 11—24; 1907, No. 1—5.

Wiesbaden. Verein für Naturkunde. Jahrbücher. Jahrg. 59.

Winterthur. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Mitteilungen. 6. Heft, Jahrg. 1905 u. 1906.

Würzburg. Physikalisch-medizinische Gesellschaft. Sitzungsberichte 1906, No. 1—7.

Zürich. Naturforschende Gesellschaft. Vierteljahrsschrift. 50. Jahrg. 1904, 4. Heft; 51. Jahrg. 1906, 1.—4. Heft.

Zwickau. Verein für Naturkunde. 24. u. 25. Jahresbericht. 1904 u. 1905. 43. u. 44. Vereinsjahr.

B. Vom Verfasser.

Janet Ch. Description du material d'une petite installation scientifique. 1. re partie. 1903.

— Anatomie de la tête du Lasius niger.

Vorstand.

Der Vorstand hat im Berichtsjahr 1906/07 aus den Herren

1. Geheimerat Prof. Dr. Engler, als Vorsitzender,
2. Geh. Hofrat Prof. Dr. Lehmann, als Stellvertreter des Vorsitzenden,
3. Geh. Hofrat Prof. Dr. Bunte, als Rechner,
4. Prof. Dr. Schultheiß, als Schriftführer, Redakteur und Bibliothekar,
5. Geheimerat Dr. Ing. Honsell, Exzellenz, Präsident des Großh. Ministeriums der Finanzen,
6. Geh. Hofrat P. Treutlein,

bestanden.

Für den am 11. November 1906 verstorbenen Herrn Geheimerat Dr. Battlehner ist in der Mitglieder-Hauptversammlung am 1. Juni 1907 Herr Hofrat Dr. Doll, prakt. Arzt, gewählt worden.

Bewegung unter den Mitgliedern.

Neu eingetreten im Berichtsjahr 1906/07 die Herren: Prakt. Arzt Dr. Freih. von Babo, Badearzt Dr. Baumann in Baden, Regierungsbaumeister Beutler, Präsident des Ministeriums des Innern Exzellenz Freih. von Bodman, K. preuß. Gesandter Exzellenz von Eisendecher, Kaufmann Elsas, Oberveterinär Gesch, Privatdozent Dr. Hellpach, Privatdozent Dr. Herzog, Kaufmann Friedr. Höpfner jun., Geh. Oberbergrat Honsell, Frauenarzt Dr. Ihm, Regierungsbaumeister Krieg, Laboratoriumsvorstand Dr. Müller, Regierungsbaumeister Nesselhauf, Postrat von Nordheim, Rechtsanwalt Sal. Oppenheimer, Assistent Dr. Oettinger, Prof. Tolle.

Der Verein hat einen schmerzlichen Verlust durch das Ableben eines Vorstandsmitgliedes, des Herrn Geheimerat Dr. Battlehner erlitten; dem Verstorbenen ist der Verein zu besonderem Dank dafür verpflichtet, daß es seinen Bemühungen gelungen

ist, zweimal namhafte Stiftungen den Zwecken der Erdbebenforschung zuzuwenden. Ohne Battlehner wäre der Verein wohl nie in die Lage gekommen, die Erdbebenstationen in Durlach und Freiburg zu errichten.

Durch den Tod hat der Verein ferner die langjährigen Mitglieder: Ingenieur Lüders in Berlin und Privatmann Schaaf verloren.

Ausgetreten sind meist infolge von Wegzug die Herren: Geh. Kriegsrat Kund, Regierungsbaumeister Langsdorff, Prof. Dr. Le Blanc, Assistent Dr. Philipp, Oberlehrer Schweickert und Generalarzt Dr. Timann.

Am Schluß des Vereinsjahres hat der Verein 251 Mitglieder gezählt.

Mitglieder-Verzeichnis

(nach dem Stand vom 1. Juni 1907).

A. Korrespondierendes Mitglied.

Herr R. Temple, Schriftsteller in Buda-Pest.

B. Mitglieder.*

Alberti, Dr., Augenarzt (1902).
Albicker, Karl, Apotheker (1902).
Allers, H., Zahntechniker (1899).
Ammon, Dr. Otto, Schriftsteller (1883).
Arnold, Dr. Em., Laboratoriumsvorstand an der chemisch-techn. Prüfungs- u. Versuchsanstalt der Techn. Hochschule (1903).
Arnold, Eng., Geh. Hofrat, Professor der Elektrotechnik an der Techn. Hochschule (1895).
Auerbach, Dr., Kustos für Zoologie am Großh. Naturalienkabinett und Privatdozent an der Techn. Hochschule (1903).
Babo, Ferd., Freiherr von, Oberbaurat (1902).
Babo, Dr. Ludw., Freiherr von, prakt. Arzt (1906).
Bartning, H., Gerichtsassessor (1904).
Bartning, O., Rentner (1882).
Battlehner, Dr. Th., Bezirksassistenzarzt (1898).
Baumann, Dr., Badearzt in Baden (1906).

* Die beigefügten Zahlen bedeuten das Jahr der Aufnahme.

Beck, Dr., Prof. von, Direktor des Städt. Krankenhauses (1906).
Becker, Gustav, Oberkriegsgerichtsrat (1902).
Beeg, H., Fabrikdirektor in Durlach (1902).
Behm, O., Mechaniker (1889).
Behrens, Prof. Dr. J., Vorstand der Landw. Versuchsanstalt in Augustenberg bei Grötzingen (1902).
Benckiser, Dr. A., Geh. Hofrat, prakt. Arzt (1890).
Benckiser, Dr. W., Landgerichtsrat (1899).
Benoit, G., Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1902).
Berberich, Dr. A., prakt. Arzt (1897).
Beutler, J., Regierungsbaumeister (1907).
Bittmann, Dr. K., Oberregierungsrat, Vorstand der Fabrikinspektion (1906).
Bodman, H., Freiherr von, Exzellenz, Präsident des Großh. Ministeriums des Innern (1907).
Böhm, Dr. F., Geh. Oberregierungsrat (1899).
Bongartz, Dr. A., prakt. Arzt (1896).
Brauer, E., Geh. Hofrat, Professor der theoretischen Maschinenlehre an der Techn. Hochschule (1893).
Brian, Dr. E., Medizinalrat (1896).
Buch, H., Ministerialrat (1899).
Buchmüller, Dr., prakt. Arzt (1905).
Bürgin, J., Obergeometer an der Techn. Hochschule (1894).
Buri, Theod., Lehramtspraktikant in Konstanz (1903).
Bunte, Dr. H., Geh. Hofrat, Professor der chemischen Technologie an der Techn. Hochschule (1888).
Cadenbach, Dr., Amtmann (1904).
Carl, Dr. Siegfr., Städt. Obertierarzt (1901).
Clauß, Dr. H. W., prakt. Arzt (1898).
Clement, Gust., Reichsbankassessor (1904).
Cramer, H., Professor am Realgymnasium (1903).
Daehn, Dr. Ludw., Kriegsgerichtsrat (1904).
Deimling, Fr., Privatmann (1904).
Delisle, R., Oberingenieur a. D. in Durlach (1886).
Dieckhoff, Dr. E., a. o. Professor der Chemie an der Techn Hochschule (1880).
Dinner, Dr. H., Professor am Realgymnasium (1904).
Doederlein, G., Dr. Ing., Oberingenieur (1899).

Doll, Dr. K., Hofrat, prakt. Arzt (1890).
Döll, G., Medizinalrat (1875).
Dolletschek, Ed., Kaufmann (1877).
Dörr, J., Professor an der Realschule (1895).
Drach, A., Geh. Oberbaurat und Professor an der Techn. Hochschule (1881).
Durler, J., Professor am Gymnasium (1899).
Eberle, Dr. G., Bezirksarzt (1904).
Eisendecher, K. von, Exzellenz, K. preuß. Gesandter (1906).
Eitel, Dr. K. H., Apotheker und Stadtrat (1897).
Eitner, Prof. Dr. P., Leiter der chemisch-technischen Prüfungs- und Versuchsanstalt (1901).
Elsas, M., Kaufmann (1906).
Emmerich, E., Lehramtspraktikant (1906).
Engler, Dr. K., Geheimerat, Professor der Chemie an der Techn. Hochschule und Direktor des chemischen Instituts (1876).
Eppenich, H., Zivilingenieur (1902).
Fikentscher, Tiermaler in Grötzingen (1904).
Fink, Handelslehrer (1903).
Fischbach, Dr. E., prakt. Arzt (1895).
Fischer, Otto, Hoflieferant (1901).
Föhlisch, Dr. E., Regierungsrat, Fabrikinspektor (1900).
Förderer, W., Zahnarzt (1905).
Frankenstein, Dr. W., Chemiker (1901).
Fuchs, Dr., Baurat (1904).
Galette, Bankdirektor (1904).
Gau, E., Bankbeamter (1905).
Genter, Dr., prakt. Arzt (1902).
Gernet, K., Generaloberarzt a. D. (1875).
Gesch, R., Oberveterinär (1907).
Glockner, B., Geheimerat, Direktor der Steuerdirektion (1878).
Goedecker, E., Ingenieur (1899).
Goffin, L., Direktor (1879).
Gräbener, L., Hofgartendirektor (1880).
Grävenhan, Dr. P., Professor am Kadettenkorps (1897).
Grashof, R., Professor am Gymnasium (1895).
Graßmann, R., Professor des Maschinenbaues an der Techn. Hochschule (1904).
Gretsch, Eug., Oberforstrat (1903).

Grund, Fabrikant (1904).
Gutmann, Dr. K., prakt. Arzt (1894).
Gutsch, Dr. L., Medizinalrat, Spezialarzt für Chirurgie (1895).
Haber, Dr. F., Professor der physikalischen Chemie an der Techn. Hochschule (1896).
Hafner, Fr., Oberregierungsrat (1886).
Haid, Dr. M., Geh. Hofrat, Professor der Geodäsie an der Techn. Hochschule (1882).
Hamel, Dr., Professor für Mathematik an der Deutschen Techn. Hochschule in Brünn (1904).
Händel, Wilh., Rechtsanwalt (1905).
Hart, J., Geheimerat, Professor des Maschinenbaues an der Techn. Hochschule (1870).
Hassenkamp, K., Rentner (1875).
Hauser, Dr. W., Obermedizinalrat (1898).
Hausrath, Dr. H., Professor der Forstwissenschaft an der Techn. Hochschule (1897).
Heintze, Dr. W., Legationsrat (1901).
Helbig, Dr. M., Privatdozent für Bodenkunde an der Techn. Hochschule (1903).
Helbing, Dr. P., prakt. Arzt (1896).
Hellpach, Dr. W., Nervenarzt, Privatdozent an der Techn. Hochschule (1906).
Hemberger, H., Hochbauinspektor (1904).
Henning, Th., Kommerzienrat (1896).
Hennings, Dr. K., Privatdozent für Zoologie an der Techn. Hochschule (1905).
Herzog, Dr. O., Privatdozent für Chemie und Physiologie an der Techn. Hochschule (1907).
Heß, Geh. Oberpostrat und Oberpostdirektor a. D. (1901).
Hildebrandt, M., Geh. Oberfinanzrat (1881).
Höpfner, Friedr. jun., Kaufmann (1907).
Hoffacker, K., Direktor der Kunstgewerbeschule (1905).
Hoffmann, Dr. H., prakt. Arzt (1881).
Hoffmann, K., Major a. D. (1897).
Holderer, Dr. J., Oberamtmann in Kehl (1905).
Holzmann, A., Professor an der Oberrealschule (1893).
Homburger, Dr. Th., prakt. Arzt (1899).
Honsell, H., Geh. Oberbergrat (1907).

Honsell, M., Dr. Ing., Exzellenz, Präsident des Großh. Ministeriums der Finanzen (1884).
Hutt, J., Zahnarzt (1904).
Ihm, Dr. E., Frauenarzt (1907).
Jahraus, W., Buchhändler in Straßburg (1899).
Joos, Großh. Maschineninspektor (1904).
Jourdan, Dr. J., prakt. Arzt (1894).
Just, Dr. Gerh., Privatdozent für phys. Chemie an der Techn. Hochschule (1903).
Kaiser, Dr. F., Medizinalrat (1889).
Karle, M., Professor am Gymnasium (1897).
Kast, Dr. H., a. o. Professor der Chemie an der Techn. Hochschule (1883).
Katz, Dr., prakt. Augenarzt (1905).
Keller, K., Geh. Hofrat, Professor des Maschinenbaues an der Techn. Hochschule (1869).
Klein, Dr. L., Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Techn. Hochschule (1895).
Klein, L., I. Assistent an der chemisch-technischen Prüfungs- und Versuchsanstalt (1897).
Knauer, Leonh., Reallehrer (1902).
Kneucker, A., Hauptlehrer (1902).
Knittel, Dr. A., Buchdruckereibesitzer (1902).
Knittel, Dr. R., Buchhändler (1895).
Köhler, Oberförster in Bretten (1903).
Kölmel, Prof. Dr., in Baden (1900).
König, G., Lehramtspraktikant (1906).
Kohlhepp, Fr., Veterinärrat (1886).
Kors, A. van der, Bankdirektor (1890).
Kreßmann, A. Th., Major a. D. (1875).
Krieg, Regierungsbaumeister (1906).
Krieger, Dr. M., prakt. Arzt in Königsbach (1904).
Kronstein, Dr. A., Chemiker (1896).
Krumm, Dr. F., Spezialarzt für Chirurgie (1897).
Künkel, K., Reallehrer in Ettlingen (1902).
Kux, Dr. H., Chemiker (1899).
Lang, Dr. A., Professor am Realgymnasium (1897).
Lay, Dr. Aug., Seminarlehrer (1903).

Lehmann, Dr. O., Geh. Hofrat, Professor der Physik an der Techn. Hochschule (1890).
Leutz, H., Professor am Realgymnasium (1896).
Levinger, Dr. F., prakt. Arzt (1895).
Lorenz, W., Kommerzienrat (1879).
Ludwig, Dr. Th., Spezialarzt für Chirurgie (1904).
Mandelbaum, A., Ingenieur (1906).
Marschalck, K. von, Major a. D. (1896).
Massinger, R., Professor an der Oberrealschule (1894).
May, Dr. W., a. o. Professor für Zoologie an der Techn. Hochschule (1899).
Mayer, Paul, Lehramtspraktikant (1904).
Mayer, Rud., Zinkograph (1893).
Meeß, Ad., Privatmann und Stadtrat (1899).
Millas, K. de, Ingenieur (1893).
Molitor, Dr. E., prakt. Arzt (1894).
Müller, Dr. Eb., Laboratoriumsvorstand der chem.-techn. Prüfungs- und Versuchsanstalt (1906).
Müller, Dr. L., Medizinalrat (1896).
Müller, Dr. U., Professor der Forstwissenschaft an der Techn. Hochschule (1893).
Muth, Dr., Oppenheim (1902).
Näher, R., Baurat (1893).
Naumann, Er., Bergmeister (1904).
Neumann, Dr. M., prakt. Arzt (1901).
Nesselhauf, R., Regierungsbaumeister (1906).
Netz, Dr. F., prakt. Arzt (1893).
Nordheim, P. von, Postrat (1906).
Nüßlin, D. O., Geh. Hofrat, Professor der Zoologie an der Techn. Hochschule (1878).
Oechelhaeuser, Dr. A. von, Geh. Hofrat, Professor der Kunstgeschichte an der Techn. Hochschule (1898).
Oehmichen, H., Fabrikant (1904).
Oettinger, Dr. E., Assistent am phys. Institut der Techn. Hochschule (1907).
Oppenheimer, Sal., Rechtsanwalt (1907).
Ordenstein, H., Hofrat, Direktor des Konservatoriums (1903).
Orsinger, Jul., Professor an der Realschule (1904).
Paravicini, Dr. R., Hilfsarbeiter im Ministerium des Innern (1903).

Paull, Dr. H., prakt. Arzt (1898).

Paulcke, W., a. o. Professor für Mineralogie und Geologie an der Techn. Hochschule (1905).

Peter, W., Architekt (1903).

Pezoldt, O., Buchhändler (1903).

Pfeil, Dr., Chemiker in Pforzheim (1901).

Reck, K. von, Freiherr, Geheimerat und Kammerherr (1869).

Rebmann, E., Oberschulrat (1902).

Rehbock, Th., Professor des Wasserbaues an der Techn. Hochschule (1900).

Reichard, Fr., Stadtbaurat, Direktor der städtischen Gas- und Wasserwerke (1892).

Reinfurth, Th., Seminarlehrer (1903).

Resch, Dr. A., prakt. Arzt (1888).

Richter, Prof. Dr. M., Fabrikdirektor (1903).

Riehm, Ph., Verbandsdirektor (1903).

Riffel, Dr. A., prakt. Arzt, a. o. Professor für Hygiene an der Techn. Hochschule (1876).

Risse, Dr. H., prakt. Arzt (1899).

Röder von Diersburg, Freiherr, Oberst z. D. und Kammerherr (1901).

Rosenberg, Dr. M., prakt. Arzt (1898).

Roth, Dr. K., prakt. Arzt (1897).

Rupp, G., Professor, Leiter der Großh. Lebensmittelprüfungsstation (1899).

Sachs, W., Geh. Oberfinanzrat (1885).

Sachs, W., Kaufmann (1904).

Schellenberg, R., Finanzrat (1899).

Scheurer, K., Hofmechaniker und Optiker (1877).

Schleiermacher, Dr. A., Professor der theoretischen Physik an der Techn. Hochschule (1881).

Schmidt, Fr., Professor der wissenschaftlichen Photographie an der Techn. Hochschule (1892).

Scholl, Dr. Rol., a. o. Professor der Chemie an der Techn. Hochschule (1896).

Scholtz, K., Stabsveterinär (1905).

Schultheiß, Professor Dr. Ch., Großh. Meteorolog und Dozent an der Techn. Hochschule (1886).

Schur, Dr. F., Geh. Hofrat, Professor der Geometrie an der Techn. Hochschule (1901).

Schuster, Fr., Oberstleutnant a. D. (1905).

Schwab, Dr. Th., prakt. Arzt (1905).

Schwarzmann, Professor Dr. M., Privatdozent für Mineralogie an der Technischen Hochschule und Kustos am Naturalienkabinett (1901).

Seneca, F., Fabrikant (**1863**).

Siefert, X., Oberforstrat, Professor der Forstwissenschaft an der Techn. Hochschule (1895).

Sieveking, Dr. H., Privatdozent für Physik an der Techn. Hochschule (1902).

Skita, Dr. A., Privatdozent für Chemie an der Techn. Hochschule (1905).

Spranger, E., Postrat (1903).

Sprenger, A. E., Geh. Oberregierungsrat (1878).

Spuler, Dr. A., a. o. Professor der Anatomie in Erlangen (1897).

Spuler, Dr. R., Augenarzt (1903).

Stark, F., Professor an der Oberrealschule (1895).

Stein, H., Apotheker in Durlach (1896).

Steiner, Dr. A., prakt. Arzt (1896).

Sternberg, Dr. H., prakt. Arzt (1897).

Steude, Dr. M., Chemiker und Redakteur (1896).

Stoll, Herm., Forstamtmann (1902).

Stoll, Dr. W., Ministerialrat (1906).

Ströbe, Dr. F., Hofapotheker (1905).

Stutz, Ludw., Großh. Vermessungsinspektor (1905).

Teichmüller, Dr. J., a. o. Professor der Elektrotechnik an der Techn. Hochschule (1899).

Tein, Dr. M. von, k. bayer. Bauamtmann (1888).

Tempsky, G. von, General z. D. (1906).

Tolle, M., Professor, Privatdozent für Maschinenbau an der Techn. Hochschule (1906).

Treutlein, P., Geh. Hofrat, Direktor des Reform- und Realgymnasiums (1875).

Troß, Dr. O., Hofrat, prakt. Arzt (1893).

Vogel, Dr., Chemiker (1904).

Vogt, A., Rektor, Vorstand der städt. Handelsschule (1903).

Volz, H., Professor an der Akademie der bildenden Künste (1892).

Wagner, Dr. E., Geheimerat, Konservator der Altertümer (1864).
Wagner, G., Privatier in Achern (1876).
Wagner, Leop., Prokurist in Ettlingen (1899).
Wallenberg, A. von, Generalmajor z. D. (1903).
Weber, Assistent am physikalischen Institut der Techn. Hochschule (1904).
Wedekind, Dr. L., Geh. Hofrat, Professor der Mathematik an der Techn. Hochschule (1876).
Weiler, Dr. A., Professor a. D. (1883).
Williard, A., Baurat a. D. und Stadtrat (1895).
Wilser, Dr. L., in Heidelberg (1881).
Wimmer, Dr. Em., Forstassessor, Assistent an der Techn. Hochschule (1904).
Winkelmann, Dr. Max, Assistent für theoretische Mechanik (1906).
Wittmer, K., Oberforstrat (1899).
Wöhler, Dr. Loth., a. o. Professor der Chemie an der Techn. Hochschule (1898).
Wunderlich, Dr. H., Hofrat, prakt. Arzt (1896).
Zartmann, Dr. F., Privatmann (1899).
Ziegler, A., Medizinalrat (1903).
Ziegler, Dr. V., prakt. Arzt (1899).
Zimmermann, Fr., Großh. Oberingenieur (1899).

Für die Redaktion verantwortlich: Prof. Dr. Schultheiß.

Sitzungsberichte.

(Autoren-Referate.)

646. Sitzung am 15. Juni 1906.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 35 Mitglieder.
Neu angemeldetes Mitglied: Herr Zahnarzt Förderer.

Herr Prof. Dr. Hausrath sprach über: »Boden- und Waldwirtschaft im badischen Odenwald«. Der Vortragende wies zunächst darauf hin, daß bezüglich der Abgrenzung des Odenwaldes im Osten und Süden eine Unsicherheit besteht, die nur beseitigt werden kann, wenn man den geologischen Aufbau zugrunde legt, und die Grenze zwischen Buntsandstein einerseits, Muschelkalk und Löß anderseits als die Grenze des Gebirges ansieht. Er zeigte sodann, daß diese Grenze auch eine geschichtliche Bedeutung habe, da das Buntsandsteingebirge bis in das Mittelalter hinein dichten Urwald getragen habe, während im Hügelland prähistorische Siedelungen uns beweisen, daß hier beim Auftreten des Menschen wenigstens kein geschlossener Wald bestanden haben kann, und erläuterte, wie die Waldeigentumsverhältnisse der Jetztzeit auf diese vorgeschichtlichen Zustände zurückzuführen sind. Darauf schilderte er, wie die dem Odenwald eigentümliche Hackwaldwirtschaft — eine Verbindung zwischen Getreidebau und Holzzucht — entstanden ist, wie sie im 18. Jahrhundert zu einer schweren Gefahr für den Wald wurde, wie sie in geregelterer Form im 19. Jahrhundert einen neuen Aufschwung erlebte, um jetzt wohl endgültig aufgegeben zu werden, da die Arbeitslöhne gestiegen, die Preise für Getreide und Eichenrinde — die derzeitigen Haupterzeugnisse des Hackwalds — aber stark gesunken

sind. Jene Grenze ist aber auch eine pflanzengeographische. Denn die Nadelhölzer fehlten dem Buntsandsteinodenwald in historischer Zeit. Nur darf man nicht annehmen, der Boden allein sei die Ursache ihres Fehlens, vielmehr wirkten offenbar auch klimatische Faktoren mit. Den Schluß bildete eine Betrachtung der dermaligen Bestockungsverhältnisse des badischen Odenwalds und ihrer Ursachen.

An der Besprechung beteiligten sich außer dem Vortragenden die Herren Ammon, Engler, Siefert und Treutlein.

647. Sitzung am 29. Juni 1906.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 50 Mitglieder.

Herr Dr. Just sprach über »die Gewinnung von Salpetersäure aus der Luft«.

Um die Bedeutung der von Tag zu Tag mehr in den Vordergrund des allgemeinen Interesses tretenden Salpeterfrage verstehen zu können, bespricht der Vortragende zunächst die Rolle, welche der Stickstoff auf der Erde spielt. Derselbe bildet als gasförmiges Element den Hauptbestandteil der Luft, die daneben fast ausschließlich Sauerstoff enthält. Das gesamte organische Leben braucht zu seinem Aufbau Stickstoff, doch ist es nicht mit dem Elemente Stickstoff zufrieden, es verlangt denselben in gebundener Form, das heißt, verbunden mit anderen Elementen. In der Natur entstehen Stickstoffverbindungen bei den elektrischen atmosphärischen Entladungen; es findet dabei Vereinigung des Stickstoffs mit dem Sauerstoff der Luft statt. Das Bedürfnis des Menschen nach Stickstoffverbindungen ist in stetem Wachsen begriffen; einmal braucht die Landwirtschaft dieselben zur künstlichen Steigerung der Ertragsfähigkeit des Bodens und dann ist der Salpeter ein wichtiger Bestandteil aller Sprengstoffe und wird auch sonst zu einer Reihe industrieller chemischer Verfahren verwendet. Dies Bedürfnis wurde bisher hauptsächlich durch die chilenischen Salpeterlager gedeckt, doch berechnet man, daß dieselben etwa in den zwanziger Jahren unseres Jahrhunderts erschöpft sein werden. Andere natürliche umfangreiche Lagerstätten besitzen wir nicht, wir stehen also vor einem enormen wirtschaftlichen Rückschritt, wenn es uns nicht gelingt, Stick-

stoffverbindungen künstlich, synthetisch herzustellen. Zwei Wege haben bisher zu Erfolgen geführt. Zuerst gelingt es Prof. Frank in Charlottenburg, durch Erhitzen von Kalk, Kohle und Stickstoff das Calciumcianamid, den »Kalkstickstoff«, herzustellen, ein Produkt, welches größere Mengen gebundenen Stickstoffs enthält und direkt als Düngemittel in der Landwirtschaft verwendbar ist. Die deutsche Cyanidgesellschaft beutet das Verfahren aus und ist imstande, mit der elektrischen Energie von einem Kilowattjahr etwa 500 kg Stickstoff zu binden. Aus dem Kalkstickstoff läßt sich Ammoniak gewinnen, doch besitzen wir kein rationelles Verfahren, das letztere in Salpetersäure überzuführen. Um diese zu gewinnen, eröffnet sich folgender Weg: Erhitzt man Luft auf sehr hohe Temperaturen, so bildet sich Stickoxyd, aus dem sich dann leicht Salpetersäure gewinnen läßt; die Erhitzung erfolgt am besten auf elektrischem Wege. Auf dieser Reaktion beruht das Verfahren von Birkeland und Eyde. Es werden in großen feuerfesten Öfen elektrische Hochspannungsbögen erzeugt und diese durch ein magnetisches Feld zu riesigen Flammenscheiben auseinandergeblasen. Ein solcher Ofen verbraucht 500--700 Kilowatt. Die durch diese Öfen durchgeblasene Luft enthält 2--3 % Stickoxyd und wird in Absorptionsanlagen weiter auf Salpetersäure und salpetersauren Kalk verarbeitet. Die norwegische Gesellschaft, welche dies Verfahren betreibt, ist im Besitze großer Wasserkräfte und ist bereits jetzt imstande, Salpetersäure so billig herzustellen, daß sie mit Chilesalpeter konkurrieren kann. Wir besitzen auf der Erde genügend Wasserkräfte, um damit auf den geschilderten Wegen unseren gesamten Bedarf an gebundenem Stickstoff decken zu können. Der Gebrauch des Salpeters in der Sprengstoffindustrie macht es für jedes Land politisch wichtig, seine eigenen Salpeterfabriken zu besitzen, um im Kriegsfalle nicht von fremder Einfuhr abhängig zu sein. Da wir in Deutschland nicht allzuviel Wasserkräfte zur Verfügung haben, sollte man rechtzeitig darauf bedacht sein, einen Teil der vorhandenen in den Dienst der Salpeterindustrie zu stellen. Auch hier in Baden wird man wohl bei der Verwendung der großen Kräfte des Rheins auf diesen Punkt sein Auge richten, zumal da ja der kontinuierliche Betrieb der chemischen Industrie eine ausnahmsweise günstige Ausnutzung jeder Wasserkraft gestattet.

648. Sitzung am 20. Juli 1907.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 38 Mitglieder.

Der Vorsitzende teilte mit, daß Herr Geheimerat Dr. Battlehner im Namen eines ungenannt sein wollenden Spenders ein sehr namhafter Geldbetrag für die Zwecke der Erdbebenforschung gestiftet habe; er widmete darauf dem nach Leipzig berufenen Herrn Professor Dr. Le Blanc einige herzliche Abschiedsworte.

Herr Professor Dr. Le Blanc hielt sodann einen Vortrag über Zwitterelemente.

Bei der elektrischen Energie haben wir es infolge des Vorhandenseins von positiver und negativer Elektrizitätsmenge mit einem ausgesprochenen Dualismus zu tun; da nun chemische und elektrische Erscheinungen viele Beziehungen zu einander haben, die ja in dem neuen Wissenschaftszweige der Elektrochemie behandelt werden, so können wir erwarten, daß dieser Dualismus auch in der Chemie zutage tritt. In der Tat ist er auch vorhanden und hat in der Entwicklungsgeschichte eine große Rolle gespielt. Neuerdings ist speziell die Frage aufgeworfen worden: Kann ein und dasselbe Element sowohl mit positiver wie mit negativer Elektrizität beladen in Lösung gehen. Verfasser berichtet über eigene Versuche in dieser Richtung. Er hat gefunden, daß insbesondere das Tellur bei völlig symmetrischer Anordnung sich sowohl anodisch wie kathodisch elektromotorisch wirksam auflöst. Es gibt somit Elemente von ausgesprochener Zwitternatur.

649. Sitzung am 26. Oktober 1906.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 57 Mitglieder.

Neu angemeldete Mitglieder die Herren: prakt. Arzt Dr. Freih. von Babo, k. preuß. Gesandter von Eisendecher, Exzellenz, Kaufmann M. Elsas, Laboratoriumsvorstand Dr. Eberhard Müller.

Der Vorsitzende teilte zunächst mit, daß der Vorstand im Sommer beschlossen habe, Ihren Königlichen Hoheiten dem Großherzog und der Großherzogin zur Feier ihrer goldenen Hochzeit eine Festschrift zu widmen; diese sei im Lauf des Herbstes hergestellt und mit Beiträgen der Herren May, Haid, Nüßlin, Engler und Lehmann dem hohen Jubelpaar übergeben

worden; die Festschrift werde an Stelle der in jedem Band der Vereinsverhandlungen enthaltenen Abhandlungen treten und so in die Hände der Mitglieder gelangen.

Herr Prof. Dr. Haber hielt sodann einen Vortrag über »neuere Versuche zur unmittelbaren Gewinnung elektrischer Energie aus gasförmigen Brennstoffen«.

650. Sitzung am 9. November 1906.

Vorsitzender: Herr Geh. Hofrat Dr. Lehmann. Anwesend 36 Mitglieder.

Im großen Hörsaal für Chemie der Technischen Hochschule hielt Herr Prof. Dr. Klein einen Vortrag über »den mikroskopischen Bau der Stärkekörner und der Prüfung der Stärkesorten, des Sago und des Mehls.

Der Vortragende erläuterte zuerst die Entstehung der Stärke aus der Kohlensäure der Luft und aus Wasser in den Blättern der Pflanzen durch Vermittlung des Chlorophylls und des Sonnenlichtes, ihre Wanderung durch die Stengel in die Reserveräume und in die Wurzeln. Nachdem der Redner noch die Größenverhältnisse der Stärkekörner und ihr optisches Verhalten besprochen hatte, führte er eine große Anzahl von Lichtbildern, aus denen sich die charakteristischen Formen und Eigenschaften der mikroskopischen Körner aller im Handel vorkommenden Stärkesorten, wie Roggen, Weizen, Sago, Reis usw. ersehen ließen.

In der Besprechung wies Herr Geh. Hofrat Dr. Lehmann auf die Ähnlichkeiten hin, die die Lichtbrechung der Stärkekörner und die der Krystalle miteinander haben, und Herr Prof. Dr. Schwarzmann erinnerte an die Oolithen, die ähnliche Lagerungsverhältnisse, wie die Stärkekörner haben.

651. Sitzung am 23. November 1906.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 45 Mitglieder.
Neu angemeldete Mitglieder: die Herren Regierungsbaumeister Krieg, Regierungsbaumeister Nesselhauf, Prof. Tolle.

Herr Prof. Dr. May hielt einen Vortrag über »die Naturteleologie und Biogenie der Kirchenväter«; er ist unter den Abhandlungen dieses Bandes zum Abdruck gebracht.

652. Sitzung am 7. Dezember 1906.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 42 Mitglieder.

Der Vorsitzende widmete dem im November verstorbenen Vorstandsmitglied Dr. Battlehner einen warm empfundenen Nachruf, wobei er besonders seiner Verdienste um die Förderung der Erdbebenforschungen gedachte.

Herr Privatdozent Dr. Skita hielt sodann einen Vortrag über »Teerfarbstoffe«. Während die anorganische Großindustrie, von Leblancschen Ideen angeregt, sich zu Anfang des 19. Jahrhunderts entwickelt, stammt die Industrie organischer Farbstoffe erst aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts. Der Engländer Perkin erhielt durch Oxydation des Anilins im Jahre 1856 den ersten Teerfarbstoff, welcher fabrikmäßig hergestellt werden konnte, das Mauvein. Die technische Herstellung war durch die Arbeiten seines Lehrers, A. W. von Hofmann, möglich, der das Benzol im Teer nachgewiesen hatte und später auch ein technisches Verfahren ausarbeiten ließ, um das Benzol in Anilin überzuführen.

Die Teerfarbenindustrie wurde bald darauf in Deutschland heimisch und entwickelte sich gerade hier am mächtigsten. Wenn wir heute die Weltproduktion an Teerfarben auf 140 Millionen Mark veranschlagen, so entfallen auf Deutschland 110 Millionen Mark, also mehr wie 75 Prozent.

In deutschen Gasanstalten und Kokereien werden etwa 400 000 Tonnen Teer im Werte von etwa 8 Millionen Mark als Nebenprodukt gewonnen. Durch Destillation des Steinkohlenteers erhalten wir eine große Anzahl einheitlicher Substanzen, von denen die Kohlenwasserstoffe, Benzol, Naphthalin und Anthracen die wichtigsten Rohstoffe für die Farbstofftechnik sind.

Die Versuche, welche zu den ersten Teerfarbstoffen führten, waren rein empirische. Erst als Kékulé im Jahr 1865 seine Benzoltheorie schuf, war es möglich, das vorliegende Material unter theoretischen Gesichtspunkten zusammenzufassen, und man konnte Reaktionen voraussehen, welche zu neuen Farbstoffen führen mußten. Im Lichte dieser neuen Theorie verwandelte sich das frühere empirische Suchen in das systematische Forschen, dem die großen Erfolge der Farbenchemie zuzuschreiben sind.

So gelang es Graebe und Liebermann im Jahr 1869, den Farbstoff der Krappwurzel, von dem Anthracen des Steinkohlenteers ausgehend, künstlich herzustellen. Damit wurde Deutschlands Hauptproduzent des Alizarins, während früher Frankreich für mehrere Millionen Mark natürlichen Krapp nach Deutschland exportierte.

Aus dem Benzol des Steinkohlenteers werden zum Zwecke der Farbenfabrikation wichtige Zwischenprodukte gewonnen, von denen besonders das Anilin und das Benzidin hervorzuheben sind, welche meist durch die Pozesse der Oxydation oder der Diazotierung in Farbstoffe verwandelt werden.

Als wichtige Komponenten für Azo- und Benzidinfarbstoffe, von denen heute über 600 im Handel sind, dienen hauptsächlich Derivate des Naphthalins, welche besonders schöne und echte Farbstoffe liefern, wie z. B. die Ponceaux der Höchster Farbwerke.

Man hat auch gelernt, Azofarbstoffe auf der Faser zu erzeugen und kam so zu besonders echten Farbstoffen, welche wie das Nitranilinrot dem Alizarin an Echtheit gleichen.

Einstweilen wurden die Versuche zur Herstellung des Indigos unermüdlich fortgesetzt. Engler war der erste, der die Bildung von Indigo bei der Reduktion von Nitroacetophenon beobachtet hatte; es ist sein Verdienst, damit den Weg gewiesen zu haben, den die wissenschaftlichen Synthesen darauf einschlugen. Nach jahrelanger Bearbeitung dieser Synthesen gelang der Badischen Anilin- und Sodafabrik im Jahre 1897 eine technische Synthese des Indigos, welche ihren Ausgangspunkt vom Naphthalin des Steinkohlenteers nimmt.

Seit einigen Jahren wird der Indigo auch von den Höchster Farbwerken hergestellt, nach einer technischen Synthese, welche sich vom Benzol ableitet.

Der Verbrauch an technischem Jndigo nimmt sehr rasch zu, und so steht zu erwarten, daß die gesamte Weltproduktion im Werte von etwa 100 Millionen Mark bald zum größten Teil an Deutschland fallen wird.

Die Farbstoffe geben uns aber auch ein reiches Material zu wichtigen theoretischen Betrachtungen, besonders ist die Frage, welche Beziehungen zwischen der Farbe und der chemischen Konstitution des Farbstoffes bestehen, heute im Vordergrund des Interesses.

Ein großer Fortschritt in der Erkenntnis des Wesens der Farbe wurde durch die Theorie von O. N. Witt gemacht, der die farbigen Körper nach Gruppen einteilte, ohne welche das Auftreten von Farben bisher nicht beobachtet wurde. Diese Gruppen nennt Witt chromophore Gruppen. Körper, welche chomophore Gruppen im Molekül enthalten, sind in der Regel aber noch keine Farbstoffe, erst wenn andere Gruppen, die Witt auxochrome Gruppen nennt, im Molekül hinzutreten, können Farbstoffe entstehen. Man kann sich vorstellen, daß durch den Eintritt der auxochromen Gruppen die farberzeugende Wirkung der chromophoren Gruppe erst frei gemacht wird. Wenn kräftigere chromophre und auxochrome Gruppen auftreten oder diese Gruppen in größerer Anzahl im Molekül vorhanden sind, tritt eine Vertiefung der Farbe ein, eine Wanderung von gelb über rot nach blau.

Die Azogruppe N=N ist unsere praktisch stärkste chromophore Gruppe, und wir finden es jetzt erklärlich, warum sich gerade von dieser Gruppe die meisten Farbstoffe ableiten.

Aber auch die schwachen chromophoren Gruppen sind von Bedeutung, so die Gruppe C=C und CO, welche sich z. B. zu dem für uns theoretisch wichtigsten Chromophor, dem Chinon, zusammensetzen.

Als Typen der auxochromen Gruppen können wir die Amido- und die Hydroxylgruppe betrachten. Wenn wir die Wasserstoffatome dieser Gruppen durch Kohlenwasserstoffreste ersetzen, so erzielen wir eine Verstärkung der auxochromen Gruppe und damit eine tiefere Nuance des Farbstoffes, in dessen Molekül diese Gruppen eintreten.

Wir sehen diese Gesetzmäßigkeiten bei allen Farbstoffklassen, besonders schön bei den Fuchsinen. Der Übergang des rotvioletten Fuchsins über das Kristallviolett zum Rosanilinblau ist ein typisches Beispiel einer Veränderung der Farbe mit der Stärke der auxochromen Gruppe.

Eine dritte Klasse von Substituenten im Farbstoffmolekül hat zwar keinen Einfluß auf das Entstehen der Farbe, wie die chromophohren und auxochromen Gruppen, wohl aber auf die Veränderung der Farbe in vertiefendem oder erhöhendem Sinne. So geht z. B. mit dem Eintritt von Chlor, Brom und Jod die gelbe Farbe des Fluoreceins in orange, rot und blaurot über.

Für den Eintritt dieser Substituenten sind manche Stellen im Moleküle des Farbstoffes besonders bevorzugt. Meist ist es die der chromophoren Gruppe am nächsten stehende.

So kommt man z. B. durch Einführung der Sulfogruppe an dieser Stelle bei den Rosanilinen zu blauen Farbstoffen, z. B. zum Patentblau. Mit dem Eintritt dieser Substituenten pflegt auch die Echtheit der Farbstoffe zuzunehmen.

Derartige Gesichtspunkte haben den Chemiker zu leiten, wenn er Farbstoffe von bestimmten Eigenschaften herstellen will.

Heute sucht man — empirisch, wie in der ersten Zeit der Farbenfabrikation — nach Farbstoffen einer neuen Klasse, den Schwefelfarben, meist nach roten und gelben, welche noch nicht hergestellt wurden.

Auch hier ist eine neue Theorie nötig, um größere praktische Erfolge anzubahnen; ein Beispiel, der sich mit theoretischen Problemen und praktischen Bedürfnissen stets neu verjüngenden organischen Chemie.

Herr Geheimerat Dr. Engler erwähnte in der an den Vortrag sich anschließenden Besprechung, daß, wenn auch unlängst die Engländer und Amerikaner demonstrativ die vor 50 Jahren erfolgte Entdeckung des Mauveins durch Perkin als eine englische Geistestat gefeiert hätten, doch darauf hingewiesen werden müsse, daß Perkin seine Arbeiten, angeregt durch seinen nach London übergesiedelten Lehrer A. W. von Hofmann, gemacht, und daß diese, im Grund genommen, doch als deutsche angesehen werden müssen.

Herr Professor Scholl hob noch hervor, daß im allgemeinen die ersten aus Teer hergestellten Farbstoffe unecht, d. h. wenig haltbar, infolgedessen sogar ganz rasch sich verfärbend gewesen wären und deshalb mit Unrecht alle später entdeckten Farben gleichen Ursprungs beim Publikum in Verruf gekommen seien; jetzt stelle man aber Farbstoffe her, die noch haltbarer als die dem Mineral- oder Pflanzenreich entnommen seien.

Herr Geheimerat Wagner machte noch darauf aufmerksam, daß wilde Völker, die bisher bei ihren Malereien einen merkwürdig feinen Farbensinn bekundet hätten, in neuerer Zeit auffallend schlechte Farben, die sie augenscheinlich von Europäern erhalten hätten, verwendeten.

653. Sitzung am 21. Dezember 1906.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 38 Mitglieder.

Herr Geh. Hofrat Dr. Nüßlin hielt einen Vortrag über: »Neueres vom Lachs.«

Der Vortragende knüpft zunächst an seine Vorträge im Naturwissenschaftlichen Verein vom Januar und Februar 1881 über denselben Gegenstand an. Damals hatte er ein Bild unseres Wissens vom Lachs entworfen, wie es nach den reformierenden Forschungen des Baseler Physiologen Miescher-Ruesch vom Jahre 1880 gestaltet werden konnte.

Neuerdings ist nun besonders durch den holländischen Zoologen Hoek gerade der Rheinlachs, und zwar an der Rheinmündung eingehend untersucht worden, so daß unser Wissen abermals wesentliche Fortschritte gemacht hat.

Der Vortragende bespricht zunächst in Kürze das Vorkommen, den Aufenthalt des Lachses, sein normales Beharren an den Flußgebieten seiner Geburt, sowie seine Lebensweise im Meere. Ganz besonderes Interesse verdiene der Aufenthalt im Süßwasser. Obwohl der Lachs normal nur zum Laichen ins Süßwasser gehe, so sei er doch das ganze Jahr hindurch in älteren und ganz jungen Fischen im Rhein zu treffen.

Dazu komme, daß vom Oktober bis Mai zweierlei Formen von alten Lachsen: Laichlachse und Wintersalmen angetroffen werden.

Trotzdem seien alle Individuen des Lachses im Rhein nur Entwicklungsstufen einer und derselben Fischart, die nur zum Laichen in den Fluß ziehe und daselbst ihre erste Jugend verbringe.

Das scheinbare Rätsel des ständigen Vorkommens und des zeitlichen Zusammenfallens verschiedener Entwicklungsstadien erkläre sich aus dem ungleichzeitigen Heranwachsen und verschiedenen Gedeihen im Meere, sowie aus dem verschiedenen Beginn der Laichreife. Hoek hat die Meinung Miescher-Rueschs, daß der Lachs nur im Süßwasser geschlechtsreif werden könne, widerlegt und gezeigt, daß diese Reifung auch im Meere beginnen, ja bis nahe zur Vollendung fortschreiten könne, wenn auch in etwas anderem Tempo als im Süßwasser. Die fettesten, noch ganz unreifen Lachse gehen vom Oktober an in den Fluß

und bleiben, die Laichzeit im November-Dezember überspringend, im Fluß, koinzidieren im Winter, sich selbst kaum verändernd, mit den schon im Sommer allmählich eingezogenen, aber im gleichen Jahre laichenden jetzt stark abgemagerten Laichsalmen und sind so die Veranlassung des gleichzeitigen Vorkommens der beiden so verschiedenen Formen »Laichlachs« und »Wintersalm«. Aber im nächsten Sommer werden sie selbst allmählich zu Laichlachsen; sie sind in bezug auf die Dauer des Aufenthalts im Fluß das äußerste Extrem, bleiben im Maximum vom Oktober bis zum April-Mai des zweitfolgenden Jahres, also etwa 18 Monate, im Rhein. Das entgegengesetzte Extrem wird durch jene Lachse gebildet, welche schon im Meere nahezu geschlechtsreif geworden sind und, in Seitenflüssen des Unterrheins laichend, nur wenige Monate im Fluß bleiben. Dazu kommen die verschiedenen Altersklassen: Fische, die zum erstenmal in ihrem Leben in den Rhein aufgestiegen sind, solche, die schon einoder zweimal gekommen waren, und die je nach den Jagdgründen des Meeres sich ganz verschieden entwickelt und daher auch zu ganz verschiedenen Zeiten das Meer verlassen hatten.

Das Maximum der jährlichen Einwanderung hat Hoek für Holland vom halben Juli bis halben August getroffen. Auch Miescher-Ruesch hatte für den Oberrhein (Istein bis Schaffhausen) das jährliche Maximum im Juli gefunden. Beide Befunde sind schwer in Harmonie zu bringen, da die Lachse etwa zwei Monate zur Reise von Holland nach Basel brauchen. Die einfachste Erklärung wäre die, welche annimmt, daß das holländische Hochsommermaximum, dessen Feststellung ja nur aus den wirklichen Lachsfängen ermöglicht wurde, in erster Reihe eine Fangziffer bedeutet. Wenn um diese Zeit die Lachse in Holland besonders leicht fänglich sind und besonders stark gefangen werden, so kann natürlich für den Oberrhein dieses holländische Maximum nicht zum Ausdruck gelangen.

Im Rheine werden in der Hauptsache drei Größenkategorien getroffen, die dem verschiedenen Alter und den verschiedenmaligen Einwanderungen entsprechen.

Eine besonders interessante Erscheinung ist das Hungern des Lachses im Rheine, das von wenigen Monaten bis 18 Monate beim Wintersalm dauern kann. Während Miescher-Ruesch nur den im Flusse aufsteigenden Lachs als hungernd annahm,

hat Hoek gezeigt, daß auch der im Meere reif werdende Lachs im Meere hungert, und ferner, daß auch der abwärtsgehende Lachs keine Nahrung zu sich nimmt. Diese letztere Beobachtung, die sich allerdings nur auf die Untersuchung weniger Exemplare stützt, ist um so merkwürdiger, als Hoek zeigen konnte, daß die Lachse nicht, wie Miescher-Ruesch glaubte, in einem Monat zum Meere zurückgelangen, sondern in der Mehrheit erst im April-Mai des der Laichzeit folgenden Jahres. Dabei zehren sie von den nicht abgelegten Eiern in ihrer Bauchhöhle, deren Stoffe allmählich resorbiert werden.

Dem Hungern entspricht eine stetige Gewichtsabnahme, so daß gleichlange Fische schon lange vor der Laichzeit von Monat zu Monat leichter werden. Das Hungerphänomen scheint sich geradezu zu einem Rätsel zu steigern, wenn man erfährt, daß der weibliche Laichsalm die bedeutende Masse seines Eierstocks von 23% seines Körpergewichtes zu decken hat. Allein durch Mieschers eingehende physiologisch-chemischen Forschungen war schon 1880 dieses Rätsel aufgeklärt worden.

Wir wissen darnach, daß das Fleisch des Lachses die Stoffe für den Genitalzuwachs liefert, und daß deshalb das Fleisch eines laichreifen Rogners Ende November nur halb so viel Eiweiß enthält, als es noch anfangs August hatte. Der im Frühjahr nahe dem Meere wieder angelangte abgelaichte Rogner hat, wie Hoek zeigte, nur wenig mehr als die Hälfte des Gewichts, das ein gleich großer Fisch beim ersten Aufstieg gewogen hatte. Auch über das Laichen der Elternlachse, über die Ernährung der »Sälmlinge«, ihre Entwicklung haben wir Näheres durch Hoeks Forschungen kennen gelernt.

Besonders interessant ist die rasche Geschlechtsreife der männlichen Sälmlinge und die Tatsache, daß unter ihnen zweijährige abgelaichte Fische getroffen wurden, die also, ohne im Meer gewesen zu sein, sich am Laichgeschäft im Fluß beteiligt hatten.

Der Lachs ist nicht nur einer der besten, er ist auch einer der wirtschaftlich wichtigsten Fische unserer Binnengewässer. Der gewaltige Fisch läßt die Fischnahrung unserer Flüsse unangetastet, er ist ein »Geschenk des Meeres«.

Bei ihm hat sich die künstliche Fischzucht besonders bewährt. Sein natürliches Laichen ist ihm durch Wehre, Strom-

regulierungen und Abwässer äußerst erschwert, ortsweise anscheinend unmöglich gemacht worden. Metzger hat wahrscheinlich zu machen gesucht, daß die natürliche Vermehrung des Lachses für das Wesergebiet kaum noch in Betracht komme, und daß die jährliche Ernte, die 1905 etwa 5 000 Stück durchschnittlich elfpfündiger Fische betrug, auf Konto der eingesetzten Lachsbrut zu setzen sei. Er berechnet die »Ernteziffer«, d. i. die Zahl Lachse, die von 1 Million ausgesetzter Lachsbrut zurückkehren, auf etwa 3116 Stück, der »Brutaufwand« für einen heimkehrenden Lachs wäre darnach etwa 321 Stück Lachsbrut. Die großen Anstrengungen, die allerorts mit Lachsaussetzen gemacht worden sind, haben auch zeit- und ortsweise zu einem Aufschwung der Lachsfrequenz geführt.

Auf eine Anfrage erklärte der Vorsitzende, daß nach den Untersuchungen Hofers nicht die mechanischen Verunreinigungen der Flüsse, wie sie z. B. durch Zellulosefabriken verursacht werden, es seien, die den Fischen primär schädlich werden, sondern die chemischen.

Herr Geh. Hofrat Dr. Haid zeigte sodann einige Registrierbogen der Erdbebenapparate von Durlach und Freiburg vor. Auf beiden waren schwache Erdbeben wahrzunehmen; der Durlacher Apparat ist mit Dämpfung versehen, der Freiburger nicht. Die Aufzeichnungen ein und desselben Bebens ließen die Wirkungsweise der Dämpfung besonders deutlich erkennen.

654. Sitzung am 11. Januar 1907.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 72 Mitglieder und Gäste.
Neu angemeldetes Mitglied: Herr Regierungsbaumeister Beutler.

Nachdem der Vorsitzende die zahlreich erschienenen Gäste begrüßt hatte, hielt Herr Baurat Frhr. von Babo einen Vortrag über »die Wasserkräfte des Oberrheins«. Der Vortragende führte etwa folgendes aus: die Dampfkraft genügt trotz der hohen Vervollkommnung der Dampfmaschine und der dadurch eingetretenen Verbilligung der Dampferzeugung nicht mehr in allen Fällen den an sie zu stellenden wirtschaftlichen Anforderungen. Immer mehr und mehr sucht man die gewaltigen Kraftmengen zu nützen, welche die Natur in den fließenden Gewässern mit großen Wassermengen und starkem Gefälle bietet. Als eine solche

Kraftquelle ist der Oberrhein zwischen Neuhausen und Breisach anzusehen. Nach der politischen Teilung des Stromlaufes ist das Großherzogtum Baden an dieser 177 km langen Stromstrecke mit 154 km der rechtseitigen Uferlänge beteiligt. Für die Kraftgewinnung stehen schon bei Neuhausen gewaltige Wassermengen zu Gebot. Diese nehmen stromabwärts infolge der Zuflüsse, insbesondere der Aare, noch erheblich zu. Bei Basel schwanken die sekundlichen Abflußmengen des Stromes je nach der Höhe der Wasserstände zwischen 280 und 5360 cbm in der Sekunde. Günstig für den Ausbau der Wasserkräfte sind auch die namhaften Gefälle, die Stromschnellen und Gewilde. Die Rohwasserkraft, welche jetzt dazu dient, die Bewegungswiderstände des Wassers zu überwinden und die Sinkstoffe zu befördern, umfassen zwischen Neuhausen und Breisach durchschnittlich nahezu 1800000 Pferdestärken. Die Nutzkraft, welche dem Strom abgerungen werden kann, ist wesentlich geringer, da der Benützung der Wassermengen und der Gefälle praktische und wirtschaftliche Grenzen gezogen sind und die Nutzwirkung der Wasserkraftmaschinen keine vollkommene ist.

Bis heute ist an der Stromstrecke nur ein Wasserwerk großen Stiles errichtet, das Kraftwerk Rheinfelden. Es befindet sich auf der badischen Seite des Stromes und liefert je nach der Höhe der Rheinwasserstände 14500 bis 17500 Pferdestärken. Dieses Werk versorgt die großen umliegenden industriellen Anlagen und ferner ein größeres Gebiet zu beiden Seiten des Rheins mit Kraft und Licht. Zur Ausführung genehmigt ist ein weiteres Kraftwerk, welches die Stromschnellen bei Laufenburg ausnützen wird. Seine Kraftleistung ist zu 30000 bis 50000 Pferdestärken berechnet. Weitere Kraftwerke sind geplant bei Rheinau unterhalb Neuhausen, bei Eglisau, bei Wyhlen-Augst und unterhalb Hüningen. Die zwischenliegenden Stromstrecken, welche von einem Entwurfe noch nicht getroffen sind, können ebenfalls zu Kraftwerken genützt werden. Insgesamt können an der Rheinstrecke von Neuhausen bis Breisach 426300 Pferdestärken gewonnen werden; es sind dies etwa 24% der oben angeführten Rohwasserkraft dieser Stromstrecke. Auf das Großherzogtum entfallen etwas über 200000 Pferdestärken der Nutzwasserkraft.

Die Verwendungszwecke der Stromkraft sind von der mannigfaltigsten Art. Da der weitaus größte Teil der Kraft erst noch

gewonnen werden muß, so steht zu erwarten, daß jedem ernstlichen Bewerber sein angemessenes Kraftanteil wird zugewendet werden können.

Das lebhafte Interesse, welches dem Gegenstand des Vortrages entgegengebracht wurde, bewies das besonders zahlreiche Erscheinen der Vereinsmitglieder und die Anwesenheit einer größeren Anzahl von Gästen.

An der sich an den Vortrag anschließenden Besprechung beteiligten sich außer dem Redner die Herren E. Arnold und Engler.

655. Sitzung am 25. Januar 1907.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 59 Mitglieder.

Neu angemeldete Mitglieder: Direktor des Wasser- und Straßenbaues Geheimerat Freiherr von Bodman, Spezialarzt Dr. Ihm.

Herr Geh. Hofrat Dr. Brauer hielt einen Vortrag über das Thema: »Wie arbeitet eine Dampfturbine?«

Herr Geh. Hofrat Dr. Haid berichtete sodann über die Erdbebenkatastrophe von Kingston auf Jamaika. Die von dort ausgesandten Wellen sind in den Aufzeichnungen des in Freiburg aufgestellten Horizontalpendels zu erkennen; es läßt sich daraus entnehmen, daß das Erdbeben von Kingston mehr lokaler Natur, wahrscheinlich durch unterirdische Einstürze verursacht gewesen ist.

656. Sitzung am 8. Februar 1907.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend zahlreiche Gäste.

In der Aula der Technischen Hochschule, die der Senat in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt hatte, hielt Herr Oberleutnant Lohmüller aus Straßburg einen Vortrag über »das Problem des lenkbaren Luftschiffes«, zu dem die Mitglieder des Karlsruher Altertumsvereins, der Abteilung Karlsruhe der Deutschen Kolonialgesellschaft und des Badischen Landesausschusses des Deutschen Flottenvereins eingeladen worden waren; auch zahlreiche Studierende waren unter den Zuhörern.

657. Sitzung am 22. Februar 1907.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 51 Mitglieder.
Neu angemeldete Mitglieder: Herr Privatdozent Dr. Herzog, Herr Fr. Hoepfner jun., Herr Rechtsanwalt Oppenheimer.

Der Vorsitzende dankte zunächst Herrn Buchhändler Jahraus dafür, daß er dem Verein ein schön gearbeitetes zusammenlegbares Rednerpult zum Geschenk gemacht habe.

Herr Dr. Spuler hielt sodann einen Vortrag über »Farbenempfindungen«.

Nach Aristoteles entstehen die Farben durch Mischung von schwarz und weiß, eine Ansicht, die noch Goethe vertrat. Demgegenüber zerlegte Newton als erster das zusammengesetzte weiße Licht in seine einfachen farbigen Komponenten und erklärte, wie wir noch heute, die Farben der natürlichen Körper durch teilweise Absorption und Reflexion. Fraunhofer maß zuerst die Wellenlängen genau und ermöglichte durch die nach ihm benannten Linien eine objektive Festlegung der Spektralfarben. Maxwell und Helmholtz begannen die Farbenlehre experimentell weiter auszubauen, woran noch immer weiter gearbeitet wird.

Im allgemeinen sehen Lichter verschiedener Wellenlängen verschieden aus. Durch die Untersuchung, wenn Lichter gleich und wenn ungleich aussehen, kommen wir zu den schon von Newton aufgestellten, von Graßmann genauer formulierten Lichtmischungsgesetzen. Läßt man von zwei verschiedenen Lichtern das eine sich stetig ändern, so ändert sich das Aussehen der Mischung und des weiteren: gleichaussehende Lichter gemischt ergeben gleiche Gemische. Die Farben des Spektrums gehen von dem langwelligen roten Ende über gelb-grün-blau zum kurzwelligen violetten Ende. Die Grenzen der Wahrnehmbarkeit des Lichtes durch die menschliche Netzhaut sind 835 $\mu\mu$ bezw. 830 $\mu\mu$.

Die Reihe der Farben werden durch die zwischen Violett und Rot liegenden Purpurtöne zu einer geschlossenen Linie ergänzt.

Mischen wir zwei einfache Lichter $\lambda > 540\ \mu\mu$, so erscheint die Mischung einem zwischen dem einfachen Komponenten liegenden einfachen Licht gleich, im Gegensatz zu den Wahrnehmungen, die wir in der Musik machen, wo z. B. die Quinte einen ganz anderen Eindruck hervorruft als ein einfacher Ton mittlerer

Wellenlänge. Am kurzwelligen Ende des Spektrums erscheinen die Mischungen nicht vollkommen gleich einem mittleren einfachen Licht, sondern weißlicher. Noch größer wird der Unterschied, wenn wir weiter auseinander liegende Lichter mischen; wir erhalten weißliche bis weiße Gemische.

Mischungen zweier Lichter können wir auf einer Geraden darstellen, die dreier auf einer Ebene, wie das schon Newton machte, indem er die durch die Purpurtöne ergänzten reinen Farben auf den Umfang eines Kreises und in dessen Mitte die zusammengesetzte Weißempfindung legte.

Wenn wir die Erfahrung berücksichtigen, kommen wir zu einer anderen Form der Darstellung. Als Mischfarben zweier reinen Lichter müssen die Purpurtöne auf einer das violette mit dem roten Ende verbindenden Geraden liegen.

Bis $\lambda = 540$ verläuft die Umrißlinie der Tafel gerade, da hier die gemischten Lichter den dazwischen liegenden einfachen Lichtern gleich sind. Da die Mischungen nach diesem Punkt stark weißlich werden, muß die Linie eine starke Krümmung machen, die nach dem violetten Ende wieder flacher, aber nie ganz gerade wird. Diese Kurve umschließt mit der Geraden der Purpurtöne die Farbtafel, in deren Schwerpunkt Weiß liegt. Gerade durch diesen Weißpunkt treffen die Umrißlinie in einem Lichtpaare, das weiße Mischungen ergibt. Diese Farben nennt man komplementäre (rot zu grün, gelb zu blau usw.). Wenn wir zu den in der Ebene dargestellten Funktionen zweier Variabeln noch als dritte die Intensitätsänderung dazu nehmen, so erhalten wir die Gesamtheit der möglichen Reize als Funktion dreier Variabeln. Daher nennt man das normale Auge das trichromatische.

Für die Mehrzahl der normalen Trichromaten ist die Gleichung Lithium Rot + Thallium grün = Natrium gelb dieselbe. Deutlich davon abweichende Trichromaten nennt man die anormalen Trichromaten, durch Absorption in den Augenmedien lassen sich diese Abweichungen nicht erklären.

Noch weiter als die anormalen Trichromaten weichen von den normalen die partiell Farbenblinden ab. Bei diesen Farbenblinden ist zu jedem beliebigen homogenen Licht eine ihm gleiche Mischung aus einem lang- und einem kurzwelligen Licht darzustellen, daher nennt man diese farbenblinden Dichromaten.

Dem Dichromaten erscheint ein bestimmter Punkt des Spektrums weiß wie das unzerlegte Licht. Die Mischung aller Farben lassen sich hier auf einer Geraden als Funktion einer Variabeln darstellen, nimmt man dazu die Änderung der Intensität, so kann man alle möglichen Reize als Funktion zweier Variabeln in einer Ebene darstellen.

Die partiell Farbenblinden zerfallen in zwei scharf getrennte Gruppen, von denen die erste für langwelliges Licht unempfindlich ist; die andere hat für rotes Licht dieselbe Empfindlichkeit wie der normale, ist aber für grünes Licht unempfindlich. Man nennt diese zwei Gruppen die Rotblinden und Grünblinden, oder nach v. Kries Protanopen und Deuteranopen. Durch Aichung der Spektren mit bestimmten Lichtern erhalten wir die sogen. Valenzkurven — für Trichromaten drei Kurven, für die Dichromaten zwei Kurven —, von denen die ersten verschieden sind für beide Gruppen, dagegen die des kurzwelligen Endes nahezu für beide gleich ist.

Da jede Farbengleichung des Trichromaten von den Dichromaten anerkannt wird, dagegen die der beiden Gruppen von Dichromaten sowohl für den Trichromaten, wie unter sich nicht gültig sind, können wir die Dichromaten als Reduktionsformen des Trichromaten auffassen. Die bisherigen Untersuchungen des Sehorgans wurden bei Tageslicht oder künstlichem Licht mittlerer Intensität ausgeführt; setzt man die Intensität der Beleuchtung herab, so gewöhnt sich das Auge an die geringe Helligkeit, es tritt die sogen. Dunkeladaption ein. Die Empfindlichkeit ist dann für die Stelle des deutlichsten Sehens, die Netzhautgrube, viel geringer als für die exzentrischen Bezirke. Diese schwachen Lichter rufen keine Farbenempfindungen hervor, sondern dieses Dämmerungssehen ist ein total farbenblindes Sehen. Im Spektrum ist dann das Maximum der Helligkeit nach dem violetten Ende verschoben (von 580 $\mu\mu$ nach 530 $\mu\mu$); daher erscheinen bei geringer Helligkeit von zwei Lichtern die kurzwelligen heller als die bei Tage gleichhellen langwelligen (Purkinjesches Phänomen). Es gibt Individuen, die bei sonstigen Anomalien keine Farben unterscheiden können, eine Helligkeitsverteilung im Spektrum haben, wie der Normale beim Dämmerungssehen; man nennt diese die total Farbenblinden oder Monochromaten. Da das Dämmerungssehen in der stäbchenfreien Netzhautgrube fehlt,

nimmt man an, daß diese Art des Sehens an die purpurhaltigen Stäbchen geknüpft ist.

Nachdem noch die Verteilung der Farbenempfindungen auf der Netzhaut und das peripherische farblose Tagessehen besprochen waren, wurden ein Teil der Theorien des Farbensehens dargelegt: Zuerst die Duplizitätstheorie von v. Kries, der das Dämmerungssehen vom Tagessehen auf Netzhautstäbchen und Zapfen verteilt. Für letzteres wird von ihm im Anschluß an die Young-Helmholtzsche Theorie erklärt. Darnach sind im Netzorgan eine Rotkomponente, eine Grünkomponente und eine Blauviolettkomponente vorhanden; durch relativ verschiedene Erregbarkeit dieser Komponenten durch die einwirkenden Lichter kommt die Wahrnehmung der verschiedenen Farbentöne zustande. Die Heringsche Theorie nimmt drei Sehsubstanzen an, die, je nachdem sie durch Einwirkung des Lichtes zersetzt (dissimiliert) oder ergänzt (assimiliert) werden, die schwarz-weiß, rot-grün und blau-gelb Empfindung vermitteln. Die schwarzweiß Substanz gibt auch noch je nach Assimilation oder Dissimilation die Helligkeit der durch die andern zwei Sehsubstanzen hervorgerufenen Farbenempfindung an.

Schenk hat in neuerer Zeit noch eine Theorie der Entwicklung des Farbensinns aufgestellt, wonach zuerst nur eine farblose Empfindungen vermittelnde Weißsubstanz vorhanden wäre; diese spalte sich dann in eine Gelb- und eine Blausubstanz auf (wie noch bei den Dichromaten vorhanden). Die Gelbkomponente teilt sich dann in eine Rot- und eine Grünkomponente. Nach Schenk kommen dann noch im Laufe der Entwicklung verschiedene Veränderungen der Sehsubstanzen, entsprechend der Farbensensibilisierung der Silberhaloidsalze, durch Farbkörper hinzu.

Von Lummer wurde eine Theorie der Farbenempfindungen nach dem Prinzip der optischen Resonatoren mit wechselnder Stäbchen-Zapfenfunktion aufgestellt.

Herr Professor Dr. Schultheiß zeigte darauf eine Reihe von Himmelsphotographien vor, die von dem Vorstand des Astrophysikalischen Instituts auf dem Königstuhl bei Heidelberg, Geh. Hofrat Dr. Wolf, mit dem von der Amerikanerin Miß Bruce geschenkten 12 zölligen Teleskop in kleineren und größeren Zeitabständen hergestellt worden sind; auf diese Weise photographierte nahe Himmelskörper, wie Planeten, erscheinen im Stereoskop frei

vor den Fixsternen schwebend, da in der zwischen der ersten und zweiten Aufnahme verstrichenen Zeit die Erde sich weiter bewegt hat, die Aufnahmen somit von den Endpunkten einer großen Basis aus gemacht sind. Von Planeten und ihren Trabanten waren solche stereoskopische Photographien schon länger bekannt, von Fixsternen dagegen nicht. Wolf hat nun die gleichen Gegenden des Sternenhimmels nach Ablauf vieler Jahre, also von zwei im Raum sehr weit voneinander entfernten Punkten aus wieder photographiert; diese Aufnahmen lassen im Stereoskop einige Fixsterne frei im Raum schwebend vor den anderen erkennen und auf den Platten kann man die inzwischen eingetretenen Eigenbewegungen dieser Sterne erkennen. Die photographische Methode bietet auch den Vorteil, daß man damit Sternhaufen und Nebelflecke unterscheiden kann; letztere erscheinen in stereoskopischen Aufnahmen vor den Sternen zu schweben, erstere dagegen in der gleichen Ebene zu liegen, was mit der Verschiedenheit des von beiden Himmelsgebilden ausgehenden Lichtes zusammenhängt.

658. Sitzung am 8. März 1907.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 27 Mitglieder.

Herr Privatdodzent Dr. Auerbach hielt einen Vortrag über »Auerochs und Wisent in Deutschland«, der in erweiterter Form unter den Abhandlungen dieses Bandes zum Abdruck gelangt ist.

An der sich daran knüpfenden Besprechung beteiligten sich die Herren Carl, Engler und Wagner.

659. Sitzung am 22. März 1907.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 32 Mitglieder.

Herr Hofgartendirektor Gräbener hielt einen Vortrag über »Eisbehandlung und Aetherisieren der Treibpflanzen«. Der Redner führte aus, daß entsprechend der Verfeinerung der Lebenshaltung in den Großstädten ein immer größer werdendes Bedürfnis nach frischen Blumen das ganze Jahr hindurch sich geltend macht. Dem verwöhnten Städter genügen nicht mehr die von der Riviera kommenden Blumen, da diesen meist der Geruch abgeht. Der

Gärtnerei ist es aber gelungen, gewissermaßen den Winter zum Sommer, den Herbst zum Frühjahr zu machen. Es wird dies erreicht durch Eingefrieren der beliebtesten Treibpflanzen in besonders gebauten Kühlräumen, deren Temperatur einen gleichmäßigen Kältegrad von 3 bis 4 Grad Celsius betragen muß. Da dar Kubikmeter Raum im Gefrierraum immerhin 40 M. Unterhaltungskosten pro Jahr kostet, ist man davon abgekommen, größere Pflanzen dort aufzubewahren; es sind hauptsächlich die wenig Platz wegnehmenden Maiblumenkeime und Lilienzwiebeln; welche in Erde oder Torfmull in Kisten dicht eingeschichtet übereinander gestellt werden, und mindestens vom Spätjahr bis zum nächsten Spätjahr lagern, um dann zum raschen Antreiben warm gestellt zu werden. Der große Vorteil, die Pflanzen auf Eis zwei Jahre lang schadlos lagern zu können, ist der, daß man davon zu jeder Zeit vollkommene Blüten erzielen kann, sowohl mitten im Sommer, wie zum Anfang des Spätjahrs, denn gerade zu dieser Zeit versagen die dem Freien entnommenen Treibpflanzen Maiblumen sowohl, wie Flieder, Rosen, Spiräen oder Lilien und andere Zwiebelgewächse, weil alle Pflanzen von dem Zeitpunkt des Einziehens bis zu dem des Wiederaustreibens eine Ruhezeit von durchschnittlich mindestens drei Monaten einhalten müssen, welche sie sich weder durch warme Tage im November und Dezember, noch durch künstliche Wärme ungestraft nehmen lassen; in ersterem Fall erleben wir kein Brechen der Ruhe, kein Austreiben, in letzterem Fall werden wohl mit Gewalt die Pflanzen aus ihrem Schlaf geweckt, aber das Resultat ist ein klägliches, verkrüppelte Blüten und kleine, unvollkommene Blätter. Nach Neujahr dagegen lassen sich alle Pflanzen leicht vollkommen zum Austreiben bringen. In diesen kritischen Spätjahrsmonaten, wo besonders auf den Weihnachtstisch oder zu Festlichkeiten viel Blumenmaterial verlangt wird, setzen die, ein Jahr auf Eis zurückgehaltenen Pflanzen ein; Maiblumen und Flieder sind in 14 bis 18 Tagen vollkommen entwickelt mit tadellosen Blüten und ebensolchen Blättern. Von dem Umfang, den diese Art der Gärtnerei genommen hat, mögen folgende Zahlen ein Bild geben: Die Kühlräume der Firma Neubert in Wandsbeck sind etwa 1000 Kubikmeter groß; in diesen sind ständig 4—6000 Treibsträucher und etwa 6 Millionen Eiskeime gelagert und außerdem werden noch ebensoviele Treibkeime im Spätjahr verkauft

oder in den Pflanzenhäusern getrieben, z. B. vor Weinachten. Die Felder, auf denen die Maiblumen herangezogen werden, sind über 30 Hektar groß.

Vor sechs Jahren machte Professor Johannsen in Kopenhagen die merkwürdige Entdeckung, daß Treibpflanzen, welche in dem Stadium ihrer Ruhe, in den kritischen Monaten November und Dezember, 48 Stunden lang in intensiven Ätherdämpfen gestanden hatten, in eine Art Rausch versetzt wurden, in dem sie ihre Ruhezeit vergessend, sich willig treiben lassen und nun vollkommene Blüten und Blätter hervorbringen. Der chemische Prozeß, der sich im Pflanzeninnern durch die Ätherbehandlung vollzieht, ist uns bis jetzt noch in Dunkel gehüllt; man nimmt an, daß der Äther eine reizende und eine betäubende Wirkung auf die Pflanzenzellen ausübe, reizend im Stadium der Vorruhe, im August, wo die Ätherdünste ein Brechen der Blattknospen verursachen, betäubend im Oktober und November, der Zeit der Nachruhe, wo sie die Hemmung des Pflanzenwuchses aufheben. Zur Zeit der Mittelruhe im September und später wieder im März ist das Ätherisieren von keiner oder sogar von einer schädigenden Wirkung. In der praktischen Gärtnerei wird jetzt das Berauschen der Pflanzen durch Äther vielfach angewendet, da dies einfacher und billiger ist, als die Eislagerung; es sind aber dicht schließende Behälter von Blech oder blechbeschlagene nötig, und rechnet man auf den Kubikmeter Raum 40—50 Gramm Schwefeläther.

Auch Chloroform hat die gleiche betäubende Wirkung wie Äther, und wird da gerne genommen, wo die Feuersgefahr des Äthers zur Vorsicht mahnt; von Chloroform braucht man nur ein Viertel bis ein Fünftel des Ätherquantums, wodurch der Preisunterschied wieder ausgeglichen wird.

Das Neueste in der Pflanzentreiberei ist der sogenannte Kochprozeß, welcher noch einfacher und billiger, Äther und Chloroform wohl im nächsten Jahr schon aus dem Feld schlagen wird: die Sache ist höchst einfach: die Treibpflanzen werden ihrer ganzen Länge nach, mit den Wurzeln 12 bis 24 Stunden in Wasser gelegt, das eine sich gleich bleibende Temperatur von 25—30 Grad Celsius haben muß; werden sie dann in den Treibraum gestellt, so entwickeln sie rasch und tadellos schon im November Blüten und Blätter, wie es sonst nur berauschte oder auf Eis gelagerte Pflanzen tun.

660. Sitzung am 26. April 1907.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 86 Mitglieder.

Neu angemeldetes Mitglied: Herr Dr. Oettinger, Assistent am physikalischen Institut der Techn. Hochschule.

Der Vorsitzende gedachte zuerst in warmen Worten des verstorbenen langjährigen Mitgliedes, früheren Apothekers Privatier Schaaf, und sprach dann über »Schlagende Wetter«. Anknüpfend an die Katastrophen von Courrières, bei Saarbrücken und Klein-Rosseln wurden Ursachen und Wirkungen des Auftretens des brennbaren Grubengases besprochen. Es rührt von der Verwesung der Pflanzen her, aus denen sich die Steinkohlen gebildet haben und ist in Spalten und Kluften, auch in dem gesamten porösen Material der Flötze unter Druck eingeschlossen. Beim Abbau der Lager und Offenlegen der Spalten entweicht es in Gestalt der »Bläser« oder auch nur allmählich und wenn es sich in den Stollen und Schächten mit Luft mischt, dann durch irgend einen Zufall, eine schadhafte Sicherheitslampe, ein brennendes Streichholz usw. entzündet, entstehen mehr oder weniger heftige Explosionen, am heftigsten, wenn ein Teil Gas und zehn Teile Luft, das ist das theoretische Verhältnis, gemischt sind. Durch Experiment wurde eine solche Wirkung demonstriert. – Außerdem gibt es Steinkohlenstaubexplosionen, welche durch Suspension des beim Abbau der Steinkohle entstehenden feinen Staubes in der Luft ebenfalls durch zufällige Zündungen entstehen. Auch eine solche wurde demonstriert. Endlich konnte durch Experiment gezeigt werden, daß es auch gemischte Explosionen gibt, indem eine Luft zu wenig Grubengas, eine andere zu wenig oder zu groben Kohlenstaub enthält, um zu explodieren, während die gleichen geringen Mengen Gas und Staub zusammenwirkend heftig explodieren. Nach weiterer Demonstration einer Davyschen Sicherheitslampe und einiger wissenschaftlicher Experimente zur Erkennung der Explosionsgefahr fand eine belebte Diskussion statt, an der sich die Herren Geheimerat Bunte, Professoren Schultheiß, Lang u. a. beteiligten und wobei noch konstatiert wurde, daß die Gefahr des Gasaustritts in Gruben mit sinkendem Barometer steigt, sowie auch, daß täglich aus den Gruben des Saar- und Ruhrgebietes ca. $1^1/_2$ Millionen Kubikmeter Grubengas durch künstliche Venti-

lation nutzlos beseitigt werden, das ist ungefähr das Doppelte des Verbrauchs an Leuchtgas der Stadt Berlin.

661. Sitzung am 10. Mai 1907.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 39 Mitglieder.
Neu angemeldete Mitglieder: Die Herren Badearzt Dr. Baumann in Baden-Baden und Postrat von Nordheim.

Herr Bergmeister Naumann hielt sodann einen Vortrag über »Entstehung und Verhütung von Katastrophen in Kohlenbergwerken«.

Im Anschluß an die von Herrn Geheimerat Dr. Engler in der vorangegangenen Sitzung gegebene Darlegung »Über Schlagwetter«, die durch Experimente erläutert worden war, bezweckte der Vortragende, noch einige Mitteilungen wesentlich technischer Art aus der bergbaulichen Praxis folgen zu lassen.

Nach kurzen Mitteilungen über die Natur des Kohlenvorkommens in einigen wichtigen deutschen Industriebezirken wurden im einleitenden Teil die im Bergbau versuchten und angewandten Mittel zur Erkennung der Schlagwetter behandelt. Von den verschiedenen Typen der Sicherheitslampen wurden neben der bereits bekannten Davylampe die Clanny-, die Pieter- und die Wolffsche Lampe in ihren Prinzipien eingehender geschildert. Eine gute Sicherheitslampe muß gleichzeitig ein guter Schlagwetter-Indikator und vollendeter Lichtspender sein und weitgehendste Sicherheit gegen das Durchschlagen der Flamme bieten.

Die Technik der Sicherheit bildete einen Teil des Arbeitspensums der in den achtziger und neunziger Jahren in den verschiedenen bergbaulichen Industriestaaten eingesetzten Schlagwetterkommissionen. Als deren wichtigste Arbeitsstätten wurden die Versuchsstrecken genannt, von denen die in Neunkirchen angelegte im Bilde vorgeführt wurde. Im wesentlichen wurden dort drei Versuchsreihen ausgeführt: Die erste bezog sich lediglich auf Schlagwetter, die zweite auf Kohlenstaub, die dritte auf beide Gefahrenträger. Zu umfassenden Versuchen boten ferner die verschiedenen Sprengstoffe Anlaß. Ihre Gefährlichkeit wächst für Schlagwettergruben mit der Detonationstemperatur; das sonst verhältnismäßig harmlose Schwarzpulver wird hier als Gefahrenquelle von keinem anderen Sprengstoff übertroffen. Selbst-

verständlich verbietet sich bei Sprengungen in Schlagwettergruben die im übrigen übliche äußere Zündung. Neben der Reibungszündung dominiert heute die elektrische Glühzündung, welche die mit Hochspannung arbeitende Funkenzündung verdrängt hat.

Ausreichende Befeuchtung des Kohlenstaubes, Sicherheitslampen, die mit den bereits genannten Eigenschaften noch die Sicherheit gegen zufällige Beschädigung und unbefugtes Öffnen verbinden, Sicherheitssprengstoffe, deren Detonationstemperatur 1500° nicht übersteigt, reichlichste Ventilation in erster Linie, Teilung des Wetterstromes sind die Hauptpunkte, auf die in Steinkohlenbergwerken zu achten ist. Eingehende Bergpolizeiverordnungen haben alle diese Materien geregelt.

Durch die Arbeiten der Schlagwetterkommissionen ist sehr viel Ersprießliches geleistet worden. Bis zu dem bedauerlichen Rückschlag des Jahres 1907 ist eine ständige Abnahme der tötlichen Unfälle durch Schlagwetterexplosionen zu verzeichnen. Hiernach darf wohl die Hoffnung bestehen, daß den letzten beklagenswerten Ereignissen bald wieder ein energischer Fortschritt in der Sicherheitstechnik folgen wird.

662. Sitzung am 31. Mai 1907.

Mitglieder-Hauptversammlung.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 26 Mitglieder.
Neu angemeldetes Mitglied: Herr Geh. Oberbergrat Honsell.

Der Schriftführer verlas den Tätigkeitsbericht im abgelaufenen Vereinsjahr und darnach gab der Kassier den Kassenbericht; gegen diesen wurde keinerlei Einwand erhoben.

Der Vorsitzende schlug vor, an Stelle des im Vorjahr verstorbenen Vorstandsmitgliedes Geheimerat Dr. Battlehner wieder einen Arzt, Herrn Hofrat Dr. Doll, zu wählen. Die Versammlung ist damit einverstanden und durch Zuruf wird der bisherige Vorstand, sowie Herr Dr. Doll wieder gewählt. Herr Geh. Hofrat Dr. Haid gab zuerst einen Bericht über die Tätigkeit der Erdbebenkommission und hielt dann einen Vortrag über »die neueren Ergebnisse der Erdbebenforschung«, über die zurzeit geltenden Anschauungen bezüglich der in den Seismogrammen sich vorzugsweise abhebenden Wellenformen. Als solche sind, wie auch

an Seismogrammen der Station Durlach gezeigt wurde, zu unterscheiden die durch den Erdkörper hindurch gehende Longitudinalwelle des ersten und zweiten Vorläufers, ihre Reflexionen, sowie die die Oberfläche der Erde durchziehenden langen Wellen. Letztere können am Antipodenpunkte des Erdbeben-Epizentrums wieder zusammentreffen und auf ihrem Umlauf um die Erde die Erdbebenstationen von entgegengesetzten Richtungen wieder erreichen. Treffen sie auf ihrem Wege auf labile Zustände in der Erdkruste, so können sie weitere Erdbeben veranlassen. Es wurden dann die Laufzeitkurven besprochen und gezeigt, wie aus den Seismogrammen die Entfernung und auch die Lage des Erdbeben-Epizentrums abgeleitet werden kann.

Der Vortragende entwickelte dann etwas eingehender, wie nach dem Vorgang von Professor Bendorf in Graz aus den Beobachtungen des Horizontal- und Vertikalseismographen die Geschwindigkeit der Welle des ersten Vorläufers an jeder Stelle im Erdinnern gefunden und daraus im großen wenigstens in einer Beziehung auf die Konstitution des Erdinnern geschlossen werden kann. Das bisherige Resultat stützt sich zwar nur auf wenige Messungen, die Schlüter in Göttingen ausgeführt hat und auf die bis jetzt noch unsichere Annahme eines Wertes für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Longitudinalwellen an der Erdoberfläche, es stimmt aber sowohl mit der von Professor Wiechert in Göttingen vertretenen und auf ganz anderer Grundlage beruhenden Theorie bezüglich des Aufbaues des Erdkörpers, als auch mit der Milne-Laskaschen Anschauung überein. Darnach wäre im großen ganzen eine Dreiteilung des Erdkörpers in Betracht zu ziehen, und zwar nach Wiechert wie bei den Meteoriten eine plötzliche Änderung des Erdmaterials bei etwa $^4/_5$ des Erdradius vom Mittelpunkt ab und andererseits eine Dicke der Erdkruste von $^1/_{20}$ Erdradius.

An den Vortrag schloß sich eine längere Besprechung an, in der u. a. Herr Professor Paulcke darauf hinwies, daß die Ergebnisse der neueren Erdbebenforschung mit der Stübelschen Theorie der Erdkrustenbildung im Einklang stünde.

Abhandlungen.

Auerochs und Wisent in Deutschland.

Mit Beschreibung des im Großh. Naturalienkabinett zu Karlsruhe vorhandenen Materials.

Von **M. Auerbach.**

Die Anregung zu unserem heutigen Thema verdanke ich einer Arbeit des Vorstandes Dr. A. Mertens am Museum für Natur- und Heimatkunde zu Magdeburg, betitelt: »Der Ur, *Bos primigenius*, Boj.«, veröffentlicht in den »Abhandlungen und Berichten« jenes Museums, Bd. I, Heft II.

Meine Mitteilungen werden sich im Großen betrachtet in zwei Abschnitte sondern, einmal in allgemeine Betrachtungen über die beiden jetzt bei uns ausgestorbenen Wildrinder und in die nähere Beschreibung des in unserem Naturalienkabinett aufbewahrten Materials.

Im ersten Abschnitte werde ich mich bei den speziellen Kapiteln über Ur und Wisent im wesentlichen an Mertens schöne Arbeit halten, so daß diese Angaben in der Hauptsache als Referat aufzufassen sein werden; ebenso will ich nur die in der genannten Abhandlung berücksichtigte Literatur verwenden und erwähnen.

Auerochs und Wisent gehören beide der großen Ungulatenfamilie der Hohlhörner (Cavicornia) oder nach der modernen Bezeichnung den Bovidae an. Wenn ich ganz kurz die allgemeinen Charakteristika dieser Gruppe angeben soll, so kann ich etwa folgende Punkte als besonders wichtig anführen: alle Hohlhörner zeichnen sich, entweder bei beiden Geschlechtern oder nur bei den Männchen, durch den Besitz echter Hörner aus, d. h. durch den Besitz von Gebilden, die aus einem knöchernen Fortsatz der Frontalia bestehen, der von Hornscheiden umgeben ist. Im Gebisse fehlen die oberen Schneide- und Eckzähne, die Backenzähne sind selenodont, brachyodont oder hypselodont; die Hauptmetapodien sind zu einem Kanon mit scharfen distalen Leisten verschmolzen; die seitlichen Metapodien sind niemals

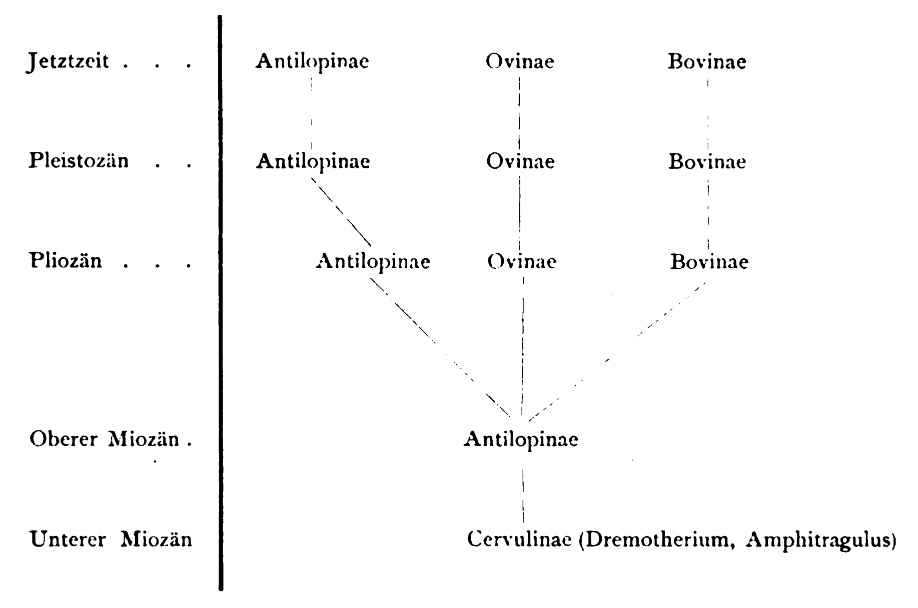
vollständig, häufig ganz verkümmert. Die Afterzehen fehlen oder können auch vorhanden sein (Zittel).

Die Familie der Hohlhörner ist unter den paarzehigen Huftieren die jüngste. Gegenüber den Hirschen erweist sie sich als weiter fortgeschritten und höher spezialisiert. Ein kurzer Blick auf die heute lebenden Arten zeigt uns schon, daß die *Cavicornia* in der Jetztzeit bei weitem die formenreichtste Gruppe aller Huftiere darstellen, und daß sie ihren Höhepunkt in der jetzigen Erdperiode erreicht haben. Ich erinnere nur an die große Zahl der Antilopen, die an Reichtum der Arten alle übrigen Ungulaten in Schatten stellen.

Fragen wir uns, welches Gebiet wohl in der Jetztzeit die meisten Hohlhörner beherberge, so muß die Antwort ohne Frage auf das afrikanische oder äthiopische Tiergebiet hinweisen. Eine gleich reiche Fülle von verschiedenen Formen treffen wir nirgends wieder. Kann doch Afrika fast 90 % aller heute lebenden Antilopen für sich beanspruchen, und dies nicht nur der Zahl der verschiedenen Arten nach, nein, auch in der Zahl der Individuen. Daneben finden wir auch andere Gruppen, wie z. B. typische Büffel, die in verschieden geographischen Formen das ganze weite Gebiet bevölkern. So stellt sich denn Afrika in der Jetztzeit als das Verbreitungszentrum unserer Familie dar.

Es fragt sich nun, ob jener Kontinent auch die Urheimat oder die Bildungsstätte der ganzen Gruppe war und ob von hier aus eine Wanderung in andere Teile der Erde stattfand. Wenn wir die Funde der Paläontologie zu Rate ziehen, werden wir finden, daß die Antwort eine negative sein muß, daß Afrika als Urheimat der Cavicornia nicht in Betracht kommt. Wir finden vielmehr die ältesten Reste der Hohlhörner in den miocänen Schichten von Südeuropa und Südasien. Die Gruppe tritt zuerst in der Form kleinerer hirschartiger Antilopen auf, die ihren Ursprung jedenfalls von niederen *Cerviden*, entweder den *Traguliden* oder *Cervulinen*, nahmen. Antilopen sind also die ursprünglichsten Formen. Im Pliozän und Pleistozän endlich finden wir neben den Antilopen auch schon Schafe, Ziegen und Rinder, also alle Hauptgruppen, die wir auch in der Jetztzeit noch unterscheiden; allerdings sind alle hier vorkommenden Formen noch durch verhältnismäßig primitive Merkmale ausgezeichnet.

Wenn ich im folgenden eine ganz kurze Übersicht über den Stammbaum der Hohlhörner geben darf, so gestaltet sich derselbe nach Zittel folgendermaßen:



Gemäß dem Thema unseres Vortrages müssen wir in unseren folgenden Betrachtungen die Antilopen, Schafe und Ziegen ganz außer Betracht lassen, und müssen unser Augenmerk lediglich auf die Unterfamilie der Rinder *(Bovinae)* richten. Als ihre eigentliche Heimat können wir mit der größten Wahrscheinlichkeit das südliche Asien ansehen; nicht nur finden wir paläontologisch hierfür Belege, sondern auch noch in der Gegenwart, indem gerade beide Indien auch heute noch außerordentlich reich an Rindern sind, wie uns gleich eine kurze tiergeographische Skizze zeigen soll.

Die Abzweigung der Rinder von der gemeinschaftlichen Stammform scheint im ältesten Pliozän stattgefunden zu haben; hier finden wir die ersten Reste eines primitiven Rindes, das eine besondere Gruppe »*Leptobos*« für sich beansprucht; jedoch waren die Tiere noch nicht häufig und der Beginn ihrer Blütezeit liegt erst im Diluvium. Wie schon der früher gegebene Stammbaum zeigte, dürfen wir wohl die Rinder von Antilopen ableiten; leider ist die ganze Entwicklungsreihe aber noch nicht so vollständig geschlossen, wie dies z. B. bei den Einhufern, den Pferden der Fall ist.

Wollten wir eine allgemeine Charakteristik der Unterfamilie der Rinder entwerfen, so müßte dieselbe etwa folgendermaßen lauten: »Die Stirnzapfen der Hörner sind hohl, zylindrisch oder dreikantig, meist rechtwinklig nach außen gerichtet, ziemlich weit hinter den Orbiten entspringend und oft an das hintere Außeneck des Schädels gedrängt. Stirnbein sehr groß, bis zum Occiput reichend; Scheitelbein sehr kurz. Backzähne prismatisch, hoch, mit stark entwickelten akzessorischen Basalpfeilern und ziemlich dicker Zementschicht.« (Zittel.)

Die Gruppe der Rinder ist nun durchaus keine einheitliche. Wir können vielmehr auf Grund besonders des Schädelbaues wieder eine ganze Anzahl von Untergruppen unterscheiden. Die Zahl derselben beträgt 5. Die Rinder zerfallen in: 1. die Büffel *(Buffelus)*, 2. die Gruppe *Leptobos*, die nur im Pliozän von Indien (Siwalik) und Europa (Südfrankreich, Spanien, Italien) Vertreter hatte, 3. die *Bibos*gruppe, 4. die Bisonten *(Bison)* und endlich 5. die eigentlichen Rinder mit der Gattung *Bos*.

Es würde natürlich zu weit führen, wollten wir nun hier auch noch die einzelnen Gruppen näher charakterisieren. Wir müssen uns Beschränkung auferlegen und dürfen nur die Unterschiede der Bisonten und echten Rinder anführen, da unsere beiden Formen hierher zu stellen sind, nämlich der Wisent zu ersteren, der Ur zu den Rindern.

Die Bisonten sind vor allem ausgezeichnet durch einen niedrigen Schädel; die Stirnzone ist ziemlich flach und ungemein breit, dafür aber relativ kurz. Die zylindrischen Hörner sind nach oben und außen gerichtet, ziemlich dicht hinter den sehr weit vorragenden Augenhöhlen stehend, endlich zeigen die Hörner oft die Tendenz, mit einem deutlichen Stiel am Schädel anzusetzen. Die Scheitelbeine sind von vorne auf dem Schädeldache zu sehen usw.

Im Gegensatze hierzu zeigen die eigentlichen Rinder fast in allem das gerade Gegenteil. Die Stirnbeine sind enorm ausgedehnt und bilden das ganze Schädeldach, die Scheitelbeine sind ganz auf das Hinterhaupt gedrängt und ungemein kurz. Die Hornansätze sind bis an die hinteren Außenecken des Schädels gerückt.

Man sieht, daß eine Unterscheidung von Bisonten- und Rinderschädeln ohne jede Schwierigkeit auf den ersten Blick

möglich ist, ja, daß auch Schädelbruchstücke meist ohne viel Mühe sich richtig bestimmen lassen.

Ehe wir nun auf die Schilderung unserer beiden Wildrinder eingehen, dürfte es doch wohl von allgemeinem Interesse sein, eine kurze Skizze der geographischen Verbreitung der ganzen Gruppe zu geben.

Wie wir schon sahen, müssen wir Südasien als das Entwicklungs- und Verbreitungszentrum der ganzen Unterfamilie ansehen, von hier aus fand die Wanderung nach den übrigen Teilen der Erde statt. Zwei große Tierreiche aber wurden nicht mit Bovinen bevölkert, nämlich das notogäische (australische) und das neogäische oder südamerikanische Tierreich. Es würde uns zu weit führen, wollten wir hier die Ursachen des Fehlens der Rinder auseinandersetzen. Jene beiden Reiche sind in tiergeographischer Hinsicht außerordentlich interessant und besonders Australien bietet uns Tierformen, deren Vorhandensein sich nur paläontologisch erklären läßt. In der Jetztzeit kommen allerdings in Australien und Südamerika Rinder vor; erstere wurden aber erst von den Entdeckern, den Engländern, eingeführt, und die meisten der heute so zahlreichen südamerikanischen Rinder leiten ihre Herkunft von den durch die Spanier bei der Eroberung mitgebrachten Tieren her; daß sich diese im Laufe der Jahrhunderte infolge der Lebensbedingungen zu einigen eigentümlichen Rassen umbilden konnten, zeigt das beigegebene Bild vom Schädel des sogen. Franqueiro-Ochsen, dessen Beschreibung ich zum Schlusse noch geben will.

In den übrigen Reichen der Erde ist nun die Verteilung der verschiedenen Untergruppen der Rinder keine gleichmäßige. Die Büffel *(Buffelus)* fehlen paläontologisch in Europa* und Amerika vollkommen und die heute in den südeuropäischen und Mittelmeerländern vorkommenden zahmen Büffel stammen vom indischen Arni *(Buffelus bubalus L.)*. Der Urbüffel *(Anoa)*, der in seiner rezenten Form auf Celebes lebt, hat paläontologische Verwandte in Indien (Siwalik) und Java. Echte Büffel kommen endlich heute noch in Indien, China, auf den Philippinen und in Afrika vor, hier einmal in der bekannten Form des Kafferbüffels

* Die bei Danzig s. Z. gemachten angeblichen Funde von Büffelknochen sind noch nicht allgemein als beweisend anerkannt.

mit seinen verschieden geographischen Subspezies und dann in der Form der Rotbüffel, die ein kürzeres und anders gebogenes Gehörn besitzen.

Die Leptobosgruppe lebte, wie wir schon sahen, nur im Pliozän und Pleistozän von Indien und Südeuropa. Sie ist ausgestorben.

Mit einer Ausnahme ganz auf Indien und das übrige Südasien beschränkt sind die Büffelrinder *(Bibos)*. Jene Ausnahme bilden einige Rassen der Buckelrinder oder Zebus *(Bibos indicus L.)*, die auch in Afrika ihre Heimat haben, jedoch ursprünglich aus Indien eingeführt wurden. Dagegen lebt z. B. der Gaur *(B. gaurus* H. Smith) nur in Indien, Birma bis Malakka, der Gayal *(B. frontalis* Lamb.) in Indochina usw., der Banteng *(B. sondaicus* Schleg. und Müll.) in Indochina, Malakka, Java, Bali und Borneo. Endlich ist auch das Hochland von Tibet noch als Heimat einer hierher gehörigen Art zu nennen, nämlich des Yak *(Poephagus grunniens* L.)

Die Bisonten *(Bison.)* lebten im Pliozän als *B. sivalensis* Falc. in Indien und Java, in den Arten *B. ferox* Marsh und *B. alleni* Marsh im oberen Miozän von Nordamerika. Pleistozäne Formen finden wir ebenfalls in Nordamerika, z. B. *B. latifrons* Harl. und *B. antiquus* Leidy usw., endlich auch in Europa und Nordasien als *Bison priscus* Boj. In der Jetztzeit sind nur noch zwei Arten bekannt, von denen die eine wieder in zwei Unterarten zerlegt werden kann; beide stehen auf dem Aussterbeetat; es sind dies der europäische Wisent *(Bison bonasus* L.), der heute wild nur noch im Kaukasus, gepflegt im Bialowitzer Wald und einigen anderen Gehegen vorkommt, und der nordamerikanische Bison *(Bison bison* L.), dessen spärliche Überreste in einigen Reservationen der Vereinigten Staaten ihr Dasein fristen; von ihm können wir eine in Kanada in den Wäldern lebende Form als Subspezies abtrennen und sie als *B. bison athabascae* Rhoads bezeichnen.

Echte Rinder kommen paläontologisch und rezent in Indien, China, Java, Europa und Nordafrika vor; allerdings heute in keiner einzigen wilden Form, sondern nur domestiziert, während noch bis vor einigen Jahrhunderten der Ur oder Auerochs *(Bos primigenius* Boj.) auch in Deutschland zu treffen war.

Diese kurzen Angaben mögen genügen, und wir wollen uns nun zum eigentlichen Thema wenden und zunächst von den beiden Wildrindern eine kurze Beschreibung geben, damit wir uns über ihre äußere Erscheinung ganz klar sind.

Der Ur oder Auerochs *(Bos primigenius* Boj.) war ein außerordentlich großes Tier, das unsere heutigen Rinder, wenigstens in alten ausgewachsenen Exemplaren, bedeutend an Größe übertroffen haben dürfte; höchstens unsere Riesenochsen, die da und dort gezeigt werden, können an Mächtigkeit des Körpers mit ihnen konkurrieren. Cäsars Angaben, daß der Urus fast die Größe eines Elefanten gehabt hätte, beruhen natürlich auf Übertreibung; auch hat er persönlich das Tier nie gesehen und berichtet nur nach Angaben von Jägern. Nach Maßen, die an Skeletten vorgenommen wurden und zu denen dann noch die Muskulatur, Fett, Haut usw. dazugerechnet wurde, wird der Ur am Widderrist wohl 170—175 cm gemessen haben, seine Länge betrug 290—300 cm.

In der äußeren Erscheinung glich der Auerochs ganz unseren Hausrindern, besonders denen von der sogenannten Primigeniusrasse, deren Stammvater er ja auch ist. Auch die einzelnen Knochen des Skelettes gleichen denen moderner Rinder, nur tragen sie die deutlichen Zeichen des Wildlings, d. h. sie sind massiger und derber und die einzelnen Fortsätze, Cristen und Höcker sind besser und kräftiger modelliert.

Ganz besonders charakteristisch ist der Schädel. Die Stirnbeine sind sehr ausgedehnt und bilden fast das ganze Schädeldach; die Scheitelbeine dagegen sind kurz und ganz auf das Hinterhaupt gerückt, so daß sie in der Ansicht von vorne nicht zu sehen sind. Die Stirne ist platt, sogar eher etwas konkav; ihre Höhe ist etwa gleich ihrer Breite, wenn man von den Augenbrauenbogen bis zur oberen Schädelkante mißt. Die Augenhöhlen treten nicht stark vor; Stirne und Hinterhaupt bilden zusammen einen spitzen Winkel.

Die mächtigen Hornzapfen sitzen unmittelbar auf der Kante zwischen Stirnfläche und Hinterhaupt; sie sind in dreifachem Sinne gekrümmt, nämlich erst seitwärts, dann schräg nach vorne und oben. Die Zapfen erlangten bei ausgewachsenen Individuen eine gewaltige Länge, z. B. an der äußeren Krümmung gemessen bis 1000 mm; ihr Umfang kann bis 502 mm betragen. Der

Querschnitt ist am Grunde oval. Die Zapfen sind bei erwachsenen Individuen nicht glatt, sondern mit außerordentlich charakteristischen Furchen versehen, die von Längsleisten der umgebenden Hornmasse herrühren. Bei Weibchen sind die Furchen spärlicher wie bei erwachsenen Männchen; bei jungen Tieren fehlen sie ganz. Der Ansatz der Hornzapfen am Schädel erfolgt ohne Stiel vermittels eines Wulstes. Die obere Stirnkante zwischen den Hornansätzen verläuft fast gerade oder sogar etwas eingezogen, während sie bei den meisten lebenden Rinderrassen bedeutend erhöht ist.

Wie die Hausrinder besaß der Ur 13 Rippenpaare und somit auch 13 Brustwirbel, die einzelnen Rippen waren flach und breit. Die Lendenwirbelsäule bestand aus 6 Wirbeln. Die Dornfortsätze der Brustwirbel waren nicht sehr verlängert, so daß die Rückenlinie in der Schultergegend nur mäßig erhöht war; der Hinterrücken fiel etwas ab.

Endlich geht aus Abbildungen, auf die wir noch zu sprechen kommen, hervor, daß die Tiere eine kurze Wamme und kleine Ohren besaßen.

Die Haare waren straff und struppig, nur auf der Stirne kraus.

Über die Farbe des Urs finden wir in Beschreibungen und Darstellungen die größten Widersprüche. Herberstain, dem wir die besten Beschreibungen unseres Rindes verdanken, nennt es einen schwarzen Ochsen mit einem über das Rückgrat laufenden graulichen Längsstrich; auch Gesner spricht von der schwarzen Farbe des Urs. Mucante dagegen berichtet in seinem Tagebuch vom Auerochs als einem grauen Wild. Im Gegensatz dazu steht nun eine farbige Abbildung des Tieres auf der Ebstorfschen Weltkarte, welche dasselbe rotgelb darstellt. An eine Verwechslung mit dem Wisent ist nicht zu denken, denn er ist ebenfalls abgebildet; auch dürfte die Farbe nicht unrichtig sein, da die anderen dargestellten Tiere ziemlich richtig koloriert sind.

Es fragt sich nun, ob Herberstain, Gesner u. a. mit der Bezeichnung schwarz wirklich diese Farbe meinten oder nur andeuten wollten, daß das Tier dunkel gefärbt sei, Herberstain nennt nämlich auch den Wisent nicht so schön schwarz wie den Thur oder Ur, obgleich ja bekanntlich der Wisent dunkelbraun ist.

Sollte nun aber die Angabe Herberstains über die schwarze Farbe des Auerochsen doch richtig sein, so könnten wir annehmen, daß die Tiere in verschiedenen Rassen vorkamen, daß die Masovischen Formen, die Herberstain beschrieb, schwarz oder grau waren, während im mittleren Deutschland eine rötliche Spielart vorkam. Das ist nun sehr leicht möglich, wenn wir bedenken, daß das ursprüngliche Verbreitungsgebiet des Urs in Europa ein sehr großes war, und daß bei ihm ebensogut geographische Formen vorgekommen sein mögen, wie auch bei den heute noch lebenden Tieren.

Gestützt wird diese Annahme durch einen im Magdeburger Museum aufbewahrten Fund. Es handelt sich um ein bei Schönebeck bei Magdeburg gefundenes Schädelfragment, das aus den beiden Hornzapfen mit dazwischenliegenden Stirnteilen besteht. Der Schädel ist nun noch mit Haut überzogen und auf der Rückseite am Grunde der Hornzapfen finden sich ziemlich lange rote Haare, an der Vorderseite der Zapfen dagegen sitzen kurze weiße Haare. Das rötlich gefärbte Tier hat vielleicht auf der Stirn eine weiße Blesse gehabt.

Endlich schreibt mir Herr Dr. Mertens, daß er in neuester Zeit noch einen alten Kupfer des Urs ausgegraben habe, auf dem das Tier ebenfalls rot gefärbt erscheine. Wir dürfen aus den oben angeführten Gründen daher wohl schließen, daß wenigstens die früher in Deutschland lebenden Ure rotbraun gefärbt waren.

Der Wisent oder Bison (*B. priscus* Boj. und *B. bonasus* L.) zeigt in den meisten Charakterpunkten das gerade Gegenteil des Urs.

Am Schädel ist die Stirn deutlich vorgewölbt und erscheint breiter als hoch; mit dem Hinterhaupt bildet sie einen stumpfen Winkel, so daß dasselbe in der Vorderansicht noch sichtbar ist. Die Augenhöhlen stellen richtige Röhren dar.

Die Hornzapfen entspringen zwischen den Augenhöhlen und der Stirnkante, sie sind nur in zweifachem Sinne gekrümmt, nämlich nach außen und oben; ihr Querschnitt ist an der Basis rund; die Zapfen sind kurz und entspringen am Schädel deutlich gestielt.

Im Gegensatz zum Ur besitzt der Wisent 14 Rippenpaare und folglich auch 14 Brustwirbel, die Rippen sind im Querschnitt

verhältnismäßig schmal und dick; die Lendenwirbelsäule besteht aus 5 Wirbeln. Die Dornfortsätze der Brustwirbel sind sehr lang und infolgedessen zeigt das Tier am Widderrist einen deutlichen hohen Buckel.

Das Haar ist lang und wollig, an der vorderen Körperpartie bildet es eine Mähne.

Über die Färbung des Tieres brauchen wir wohl nicht im Zweifel zu sein; einmal stimmen alle früheren Angaben und Abbildungen überein, und dann geht *Bison priscus* so allmählich in *B. bonasus* über, daß wir wohl aus dem Ansehen des letzteren auf das des ersteren schließen dürfen.

Der Vergleich der Beschreibungen beider Tiere wird wohl ohne weiteres die großen Unterschiede in ihrer äußeren Erscheinung und in ihrem Bau klargelegt und gezeigt haben, daß beide Rinder zwei verschiedenen Gattungen und Spezies angehören. Nichtsdestoweniger herrschte eine Zeitlang in betreff der Beurteilung von Ur und Wisent eine große Verwirrung; beider Namen wurden verwechselt und durcheinander geworfen und auch die Frage, ob beide Formen in geschichtlicher Zeit noch nebeneinander bei uns gelebt hätten, verneint. Wir werden gleich hierauf noch zu sprechen kommen.

Im Diluvium sind Auerochs und Wisent sicher in Deutschland vorgekommen; dies beweisen zahlreiche Funde von Knochen der beiden Arten. Sie lebten zusammen mit anderen hochinteressanten diluvialen Tieren, die zum Teil schon bedeutend vor ihnen ausstarben, z. B. mit Rhinozerossen, Elefanten, Flußpferden, später mit Höhlenlöwen und Bären, Moschusochsen, Renn, Riesenhirsch und Elch. Von all den eben angeführten Tieren hat sich in Deutschland nur noch der Elch in einigen wenigen Stücken im Osten gehalten; der Wisent lebt auch noch wild im Kaukasus; das Ren hat sich in die polaren Gebiete zurückgezogen und der Moschusochse bewohnt nur noch Nordamerika und Grönland. Alle anderen genannten Tiere sind ausgestorben, am spätesten unter ihnen, wie wir sehen werden, der Auerochse.

Die prähistorischen Menschen haben beide Wildrinder gekannt und gejagt. Dies beweisen uns Zeichnungen, die jene von beiden anfertigten. Merkwürdig ist hierbei, daß die Darstellungen des Urs bedeutend seltener sind als diejenigen des Wisent, zu-

mal Knochenfunde beweisen, daß beide Arten etwa gleich häufig waren.

Nach Rütimeyers Untersuchungen scheint es sicher, daß schon die Pfahlbauern der jüngeren Steinzeit neben Hund, Schwein, Pferd, Esel, Ziege und Schaf auch den *Bos primigenius* gezähmt und zum Haustier gemacht hatten, und daß diese die Stammeltern unserer heutigen langhörnigen Rinderrassen sind. Auch spätere Perioden, z. B. die Bronzezeit und Hallstattzeit haben uns Spuren überlassen, aus denen wir auf das Vorkommen und auch die Zähmung des Urs schließen können. Die Wisente scheinen hingegen nie als Haustiere gehalten worden zu sein, sondern werden wohl nur als jagdbares Wild eine hohe Schätzung genossen haben, wie natürlich auch die wilden Exemplare des Auerochsen.

Die Frage, ob in historischer Zeit Ur und Wisent noch nebeneinander in Deutschland gelebt hätten, läßt sich am leichtesten beantworten, wenn wir die in alten Werken vergrabenen Aufzeichnungen und Bemerkungen über die beiden Rinder durchgehen.

Als erster Schriftsteller kommt hier für uns Aristoteles in Betracht. Er unterscheidet zwei Wildrinder; das eine sollte in Arachosien, dem Indien am nächsten gelegenen Teile Persiens leben; aus seiner Beschreibung können wir schließen, daß es sich hier um den Arnibüffel handelt. Den zweiten Wildstier nennt Aristoteles Bonasus, Bolinthus, Monepus oder Monapus; seine Heimat sollte Päonien, also etwa das heutige Bulgarien sein. Es ist nach den Angaben des alten Naturforschers zweifellos, daß wir es hier mit dem Wisent zu tun haben, auf den die Schilderung sehr gut paßt.

Daß Cäsar den Ur, den er *urus* nennt, nur vom Hörensagen kannte, haben wir schon erwähnt; er soll nach ihm nur wenig kleiner als ein Elefant gewesen sein, sonst aber dem Hausrind geglichen haben, seine Heimat war der hercynische Wald.

Der Wisent wird von Cäsar nicht erwähnt, dafür findet er aber Beschreiber in Oppianus und Pausanias, die seine Heimat auch nach Päonien legen. Herodot erwähnt aus der gleichen Gegend einen wilden Ochsen, ohne ihn jedoch zu beschreiben,

so daß wir uns über die Artzugehörigkeit kein näheres Urteil bilden können.

Ur und Wisent nebeneinander werden zuerst von Plinius und Seneca erwähnt und so richtig und gut beschrieben, daß wir nicht an ihren Angaben zweifeln können; besonders werden die Unterschiede zwischen beiden scharf hervorgehoben.

Es folgt nun in den Quellen über unsere Tiere eine große Lücke, indem aus der Zeit der Völkerwanderung keine Berichte über sie vorliegen. Erst etwa ums Jahr 530 erzählt der Dichter Fortunatus, daß der erste Hausmeister von Asturien, Gogon, im Wasgenwalde den *bubalus* gejagt habe; nach seinen eigenen Angaben ist aber der *bubalus* das Tier, was die Deutschen *urus* nannten, also der Auerochs.

Auch die Merowinger und Karl der Große haben Wildstiere gejagt. Allerdings besagen die Chroniken nicht, welche der beiden Arten.

Deutlich unterscheidet dagegen das Nibelungenlied, das wohl etwa ums Jahr 1200 abgeschlossen war, zwischen Ur und Wisent. So heißt es von der Jagdbeute, die Siegfried vor seiner Ermordung erlegt hatte:

»Darnach schlug er schiere einen Wisent und einen Elch,
Starker Ure viere und einen grimmen Schelch.«

Ebenso kennt Hartmann von Aue (1170) beide Rinder und tut ihrer in seinem »Iwein« Erwähnung.

Konrad Gesner, der bekannte Naturforscher des sechzehnten Jahrhunderts, sah an den Rathäusern von Worms und Mainz Urschädel mit gewaltigen Hörnern; er muß das Tier wohl gekannt haben, denn er hatte kurz zuvor Gelegenheit gehabt, die Berichte Herberstains, der die Unterschiede zwischen Ur und Wisent festlegte, zu studieren.

Nach Nehring muß ein Urhorn in der zweiten Hälfte des sechzehnten Jahrhunderts zu hohen Ehren gekommen sein. Das Stück war von dem Bischof Johann von Manderscheid von Straßburg als Trinkhorn unter dem Erbe seiner Vorfahren gefunden worden; es konnte 4 l fassen, eine Menge, die uns darauf hinweist, daß ein Wisenthorn hier auszuschließen ist. Der Bischof gründete im Jahre 1586 auf Schloß Hohenbarr bei Zabern eine »Bruderschaft des Hornes«, deren Zweck war, die tüchtigsten Zecher des Landes zu vereinigen. Jeder, der in den Bund auf-

genommen werden wollte, mußte das Horn auf einen Zug leeren; wer das nicht konnte, wurde mit Schimpf und Schande fortgejagt. Auch hochgestellte Gäste, selbst Damen mußten aus dem Horne trinken. Die Bruderschaft bestand bis zur Revolution; mit ihr fand sie ihr Ende und das Horn ging leider verloren.

Weitere Angaben im 13., 14. und 15. Jahrhundert bezeugen aufs sicherste, daß Ur und Wisent in Deutschland nebeneinander noch vorkamen.

Das Vorhandensein beider Tiere in Ostpreußen wird uns sogar amtlich bestätigt durch ein Treßlerbuch (Rechnungsbuch) des Schatzmeisters des deutschen Ordens; in ihm sind Abrechnungen zu finden, die sich auf Ausgaben beziehen, die für den Transport eingefangener Ure (Euwir, Uwer, Ur) und Wisente (Wessent, Wesent) gemacht wurden. Das Buch stammt aus der Zeit um das Jahr 1400.

Aus dem westlichen Deutschland liegen uns aus dieser Zeit schon keine Berichte mehr über das Vorkommen des Auerochsen vor und wir dürfen wohl annehmen, daß das Tier schon aus jenen Gegenden verschwunden war, sehr bald darauf konnte er sich auch in Ostdeutschland nicht mehr halten und fand nur noch eine Zufluchtstätte in Polen. Ähnlich ging es dem Wisent, der allerdings erst etwa vor $1^1/_2$ Jahrhunderten aus den Grenzen unseres Vaterlandes gewichen ist. Für den Zeitpunkt des Aussterbens des Auerochsen können wir also mit großer Berechtigung etwa das Jahr 1400 angeben.

Wie schon gesagt, bot Polen beiden Rindern noch längere Zeit eine Zufluchtstätte. Der Ur oder Thur bewohnte hier einen etwa 55 km westsüdwestlich von Warschau zwischen den Ortschaften Bolemów, Wiskitki und Mszczonów gelegenen Forst, der nach dem darin gelegenen Dorfe Jaktorowka-Wald genannt wurde; der Wisent scheint nicht hier, sondern in einem entfernter gelegenen Wald, dem Skwa-Walde gehaust zu haben.

Wir verdanken diese Angaben und auch genaue Beschreibungen und Abbildungen beider Tiere dem Freiherrn Sigismund von Herberstain, Neyberg und Gnetenhag (1486—1566), der als Gesandter des Kaisers Maximilian und später Karls V. und Ferdinands verschiedenemal nach Polen und Rußland kam. Herberstain hat sowohl Wisent (poln. Suber) als auch den Auerochs (Thur) gesehen, und es wurden ihm sogar von beiden

Spezies ein getötetes und ausgeweidetes Exemplar geschenkt. Die Häute brachte er mit nach Wien und ließ sie ausstopfen; beide Präparate stellte er in seinem Hause auf. Der Freiherr hat Ur und Wisent in einem Buche, betitelt: »Tabula cum imaginibus horum annimalium« im Jahre 1552 oder 1553 beschrieben und abbilden lassen. Man war lange Zeit der Meinung, daß diese Zeichnungen von einem untergeordneten Künstler nach lebenden Tieren angefertigt worden seien. Im zoologischen Anzeiger 1905 weist aber Noack aufs überzeugendste nach, daß die Bilder wohl sicher nach Herberstains beiden ausgestopften Stücken hergestellt wurden; seine gegebenen Argumente sind für den mit der Dermoplastik vertrauten so überzeugende, daß an der Richtigkeit derselben wohl kaum noch gezweifelt werden kann.

Beide Figuren sind teils vergrößert, teils aber auch unverändert in anderen Werken Herberstains und Gesners abgedruckt worden. Wir können hier natürlich auf eine Erörterung all dieser Werke nicht eingehen, und ich verweise daher auf die Arbeit von Mertens, in der dieses Thema sehr eingehend behandelt ist. Betont soll nur nochmals werden, daß Herberstain in seiner 1557 in Wien erschienenen »Moscovia« ausdrücklich die typischen Unterschiede von Thur (Ur) und Suber (Wisent) hervorhebt; es ist das um so wichtiger, als ja dieser Autor in der glücklichen Lage war, die Tiere in Natura nebeneinander zu sehen und also ein Irrtum vollkommen ausgeschlossen ist. Von großem Wert ist ferner, daß Herberstains Angaben noch von zwei anderen Personen im großen und ganzen bestätigt werden konnten, nämlich von dem Barone Bonarus und dem in Krakau lebenden Arzte Schneeberger. Gesner, der sich sehr für Herberstains Mitteilungen interessierte, zog als vorsichtiger Mann bei den beiden genannten Gewährsmännern Erkundigungen ein, die, wie wir sagten, Herberstains Angaben bestätigen konnten. Beide erweiterten unsere Kenntnisse noch insofern, als sie auch über die Lebensweise der Auerochsen einige Daten geben. So soll er im Herbste Eicheln, im Winter trockenes Laub und Knospen gefressen, im Sommer sollen sie durch zerstören der Äcker viel Schaden angerichtet haben. Das durchschnittliche Lebensalter wird auf etwa 15 Jahre angegeben; die Brunstzeit fiel in den September, das Kalben fand meist im Mai, bei einzelnen Tieren auch im September statt. Interessant ist noch die Mitteilung,

daß auch Hauskühe zur Brunstzeit von Urstieren belegt wurden und auch Nachkommen brachten.

Auch noch nach diesen genannten Autoren werden die Ure in alten Schriften öfters erwähnt, so z. B. von Mucante, dem Geheimschreiber des Kardinals Gaëtano, der 1596 als Gesandter des Papstes Clemens VII. an den polnischen Hof kam.

Mit Beginn des 17. Jahrhunderts scheint das Schicksal des stattlichen Rindes besiegelt gewesen zu sein. Als den äußersten Zeitpunkt, an dem etwa noch ein Auerochs gelebt haben könnte, müssen wir ungefähr das Jahr 1627 bezeichnen; diese letzten Überreste können noch im Tierparke von Zamojski gelebt haben, jedoch wissen wir hierüber nichts sicheres. Daß der Wisent, im Gegensatze zum Ur, sich länger gehalten hat, und auch heute noch im Kaukasus wild vorkommt, haben wir schon verschiedentlich erwähnt.

Fragen wir uns noch kurz, was denn wohl das Aussterben unseres imposanten Wildstieres verursacht haben möge, so liegt die Antwort ja leider so nahe; sie lautet, wie immer in diesem Falle: »die fortschreitende Kultur«. Der Ur war ein ausgesprochenes Tier des Waldes. Mit dem Rückgange desselben und der Anlage von Äckern und Wiesen wurden ihm seine Aufenthaltsorte genommen, und er wich mit dem immer mehr sich lichtenden Walde nach Osten zurück. Starke Verfolgung und Jagd mag dann noch das übrige getan haben.

Beschreibung des im Großh. Naturalienkabinett zu Karlsruhe befindlichen Materials.

Die paläontologischen Sammlungen des Karlsruher Naturalienkabinettes sind im Besitze einer ganzen Anzahl von Skeletteilen, die sich auf den *Bos primigenius* Boj. und *Bison priscus* zurückführen lassen. Leider ist hier bei manchen Stücken, wie so oft bei älteren Sachen, ein näherer Fundort nicht angegeben und die Bezeichnung »Rheindiluvium« gibt uns nur den Anhaltspunkt, daß die betreffenden Gegenstände wenigstens aus der Rheinebene zu stammen scheinen. Es soll nun im folgenden eine ganz kurze Beschreibung der einzelnen Skeletteile gegeben werden, wobei wir uns sehr kurz fassen können, da es sich im wesentlichen

nur um Maßangaben handeln kann, denn die Form der einzelnen Knochen ist hinlänglich bekannt, weicht auch nicht sehr von der unserer Hausrinder ab, wie wir das ja schon im allgemeinen Teile sahen.

A. Bos primigenius Boj.

Von dieser Spezies besitzt die Sammlung folgende Stücke: 1. drei Schädelfragmente mit beiden Hornzapfen; 2. ein Occiput; 3. zwei Fragmente von linken Hornzapfen; 4. drei Fragmente von rechten Hornzapfen; 5. einen Epistropheus; 6. einen Lendenwirbel; 7. zwei linke untere Hälften von Oberarmen; 8. ein Sacrum.

Bestimmt angegebene Fundorte sind: Neckarau bei Mannheim, Schießplatz beim Männerzuchthaus zu Bruchsal, Rheindiluvium bei Wörth, Leimersheim und der Löß im Forstamt Lörrach, Gemeindewald Grenzach. Von einzelnen Stücken, die mir besonders bemerkenswert erschienen, habe ich Photographien angefertigt, die ich dem Text zur Anschauung beigeben möchte.

1. Schädelfragment I. mit beiden gut erhaltenen Hornzapfen (Fig. 1 u. 2). Dieses Stück ist das größte, schönste und besterhaltene unserer Sammlung; es wurde 1870 im Rheindiluvium der Neckarau bei Mannheim gefunden.

Maße:

Länge des linken Hornzapfens (der äußeren Krümmung entlang gemessen)	925	mm
Länge des linken Hornzapfens (der inneren Krümmung entlang gemessen)	695	»
Umfang an der Basis (linkes Horn)	415	»
» in der Mitte » (45 cm v. d. Spitze entfernt, äußere Krümmung)	280	»
Länge des rechten Hornzapfens (der äußeren Krümmung entlang gemessen)	930	»
Länge des rechten Hornzapfens (der inneren Krümmung entlang gemessen)	680	»
Abstand der Hornzapfenspitzen	920	»
Größter äußerer Abstand der Zapfen	1230	»
Länge der Zwischenhornlinie	300	»

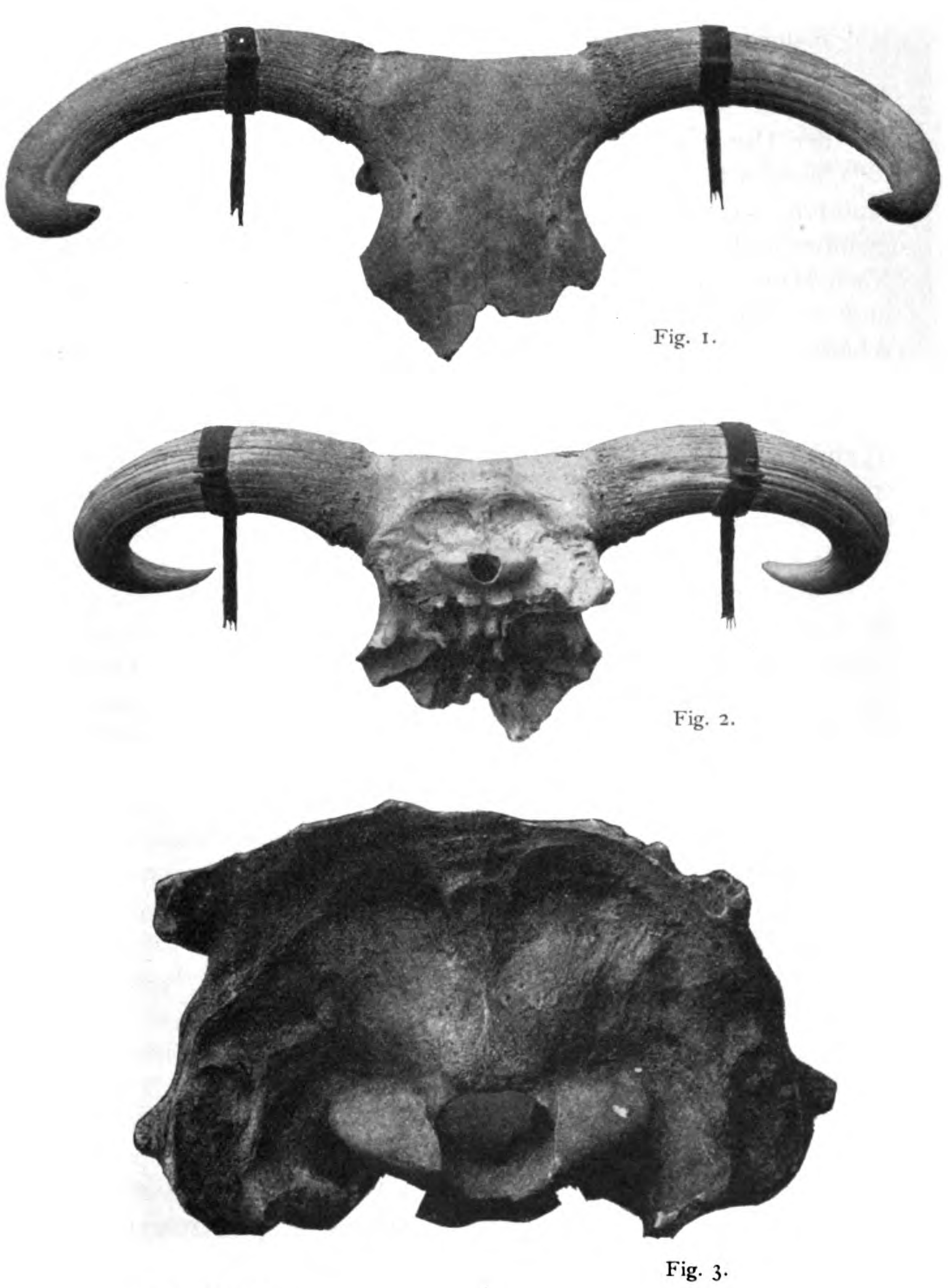


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Auerbach phot. 07.

Stirnbreite am oberen hinteren Rande der Orbita . . 360 mm
Entfernung der Verbindungslinie des hinteren oberen
Randes der Orbiten von der Zwischenhornlinie
(i. d. Sagittalnaht gemessen) . . . . 280 »
Schmalste Stelle der Stirn zwischen Orbita und Basis
der Hornzapfen . . . . 295 »

Vergleichen wir die hier gegebenen Maße mit denen anderer Autoren, so werden wir finden, daß unser Stück mit zu den größten und stärksten, die bekannt sind, gezählt werden muß. Nach Mertens hat Duerst (Arch. f. Anthropologie 1904, p. 286 und 287) eine Zusammenstellung einiger Maße von etwa 50 Urschädeln gegeben, aus denen wir entnehmen können, daß die größten Stücke Hornzapfen von 1000 mm Länge (an d. äußeren Krümmung gemessen) besitzen, unser Stück zeigt Zapfen von 93 cm Länge; der größte Umfang der Zapfen an der Basis beträgt nach Duerst 502 mm, unser Stück zeigt 415 mm. Ich will hier auch noch die entsprechenden kleinsten von Duerst gegebenen Werte anführen, sie betragen 425 mm, resp. 260 mm.

Wie Fig. 1 u. 2 zeigen, ist der Erhaltungszustand des Stückes ein guter. Von den Hornzapfen sind nur die äußersten Spitzen abgebrochen, auf den Zapfen sind die charakteristischen Linien, die von Leisten der Hornscheiden herrühren, deutlich ausgeprägt; die Occipitalregion ist bis auf einige kleine Fehler wohl erhalten, die Zwischenhornlinie verläuft nicht ganz gerade, sondern ist in der Mitte etwas konkav.

2. Schädelfragment II. Dasselbe stammt aus dem Rheindiluvium; eine nähere Fundortangabe fehlt. Die Hornzapfen sind etwas über der Mitte abgebrochen; der Erhaltungszustand ist überhaupt weniger gut wie bei I.

Umfang der Hornzapfen an der Basis (links) . . . 395 mm
» » » » » » (rechts) . . . 397,5 »
Länge der Zwischenhornlinie . . . . 180 »

Andere Maße lassen sich nicht nehmen.

3. Schädelfragment III. Ebenfalls aus dem Rheindiluvium; nähere Fundortangabe fehlt. Die Hornzapfen sind in ihrer ganzen Länge erhalten. Das Stück scheint sehr lange im Wasser gelegen zu haben und dort der Geröllwirkung ausgesetzt gewesen zu sein, so daß es sehr stark gelitten hat. Es läßt sich nur der Abstand der Hornzapfenspitzen messen; derselbe beträgt 67 cm.

Die Hornzapfen erscheinen gegen die beiden anderen Exemplare und anderen einzelne Hornzapfen außerordentlich schlank, so daß die Annahme, es möge sich um ein weibliches Exemplar handeln, wohl berechtigt sein dürfte.

4. Occipitalregion. Dieses Schädelfragment (Fig. 3) wurde bei den Schießstätten beim Männerzuchthaus zu Bruchsal gefunden. Der Erhaltungszustand ist ein guter, jedoch sind einzelne Fortsätze z. T. abgebrochen.

Die an diesem Stücke genommenen Maße sind die folgenden:

Abstand der äußeren Ecken der Condyli occipitales .	144	mm
» » inneren » » » » .	44	»
Höhe des Foramen magnum	45	»
Breite der Occpitalschuppe an der Basis	285	»
Höhe » » in der Sagittalebene vom unteren Rand d. Foramus magn. gemessen . .	160	»

Die unter Nr. 3 und 4 erwähnten Fragmente von Hornzapfen lassen keine interessanten Messungen zu, so daß die Erwähnung der Stücke an diesem Orte vollkommen genügt.

5. Ein Episthropheus. Der in den wesentlichen Teilen gut erhaltene Wirbel wurde im Jahre 1845 bei Leimersheim gefunden. Die im folgenden gegebenen Maße sind im allgemeinen wohl etwas zu klein ausgefallen, weil alle Fortsätze etwas abgeschliffen und gerundet sind, so daß wir schließen können, daß der Wirbel im frischen Zustand um weniges nach oben abweichende Maße gehabt haben mag.

Größte Länge an der Basis vom Vorderrand des Proc. odontoides bis ganz hinten	138	mm
Größte Länge an der Basis (nur der Wirbelkörper) .	114	»
Kleinste Breite d. Körpers am Abgang der Proc. artic. inf.	95	»
Länge des Proc. spinosus an der Spitze	100	»
Größte Höhe des Wirbels (hintere untere Ecke bis zum höchsten Punkt des Proc. spinosus) . . .	155	»
Größte Breite der vorderen Gelenkflächen des Körpers	125	»
» » des Proc. odontoides	55	»
» Höhe » » »	35	»
Querdurchmesser der hinteren (konkaven) Gelenkfläche des Wirbelkörpers	65	»
Höhendurchmesser der hinteren (konkaven) Gelenkfläche des Wirbelkörpers	60	»

Abstand der äußersten Ecken der Proc. artic. sup. .	103,5 mm
Querdurchm. einer Gelenkfläche eines Proc. artic. sup.	34 »
Länge des Proc. spinosus an der Basis	90 »

6. Ein Lendenwirbel. Der Knochen ist sehr porös und ziemlich stark beschädigt, so daß sich nur wenige Maße genau nehmen lassen. Fundortsangabe fehlt.

Länge des Körpers von der vorderen bis zur hinteren Fläche	75 mm
Breite des Körpers in der Mitte	50 »
Höhe der vorderen Gelenkfläche des Körpers . . .	54 »
Breite » » » » » . . .	60 »

7. Distale Enden zweier linker Humeri. Das eine größere Exemplar (erste Zahlenreihe der Tabelle) stammt aus dem Gemeindewald Grenzach, wo es im Jahre 1906 gefunden wurde, das zweite, kleinere Stück (zweite Zahlenreihe der Tabelle) hat keine Fundortsangabe. Bei beiden Knochen ist die hintere Partie des Condylus internus beschädigt, bei dem ersteren stärker, bei letzterem nur wenig.

	I	II
Größte Breite des distalen Endes	125 mm	110 mm
» » der » Gelenkfläche . .	116 »	104 »
» Höhe des medialen Teiles der distalen Gelenkfläche	70 »	61 »
Größte Höhe des lateralen Teiles der distalen Gelenkfläche	56 »	41 »
Schmalste Stelle des medialen Teiles der distalen Gelenkfläche	56 »	51 »
Schmalste Stelle des lateralen Teiles der distalen Gelenkfläche	51 »	42 »
Breite des medialen Teiles der distalen Gelenkfläche	78 »	72 »
Breite des lateralen Teiles der distalen Gelenkfläche	38 »	32 »
Schmalster Querdurchmesser des Knochens oberhalb des distalen Gelenkes . . .	66 »	60 »
Sagittaldurchmesser an der gleichen Stelle .	80 »	71 »

8. Ziemlich vollständiges Sacrum. Der Knochen, dessen Fundort nicht zu ermitteln ist, macht nur einen halbfossilen Eindruck. Die vorderste Spitze der Crista sacralis media ist abge-

brochen, auch die Seitenteile weisen Verletzungen auf. Es lassen sich noch die folgenden Maße annähernd feststellen:

Gesamtlänge an der Basis	297	mm
Ungefähre Länge der Crista sacralis media	255	»
Größte Höhe derselben in der Gegend der Foram. sacralia Nr. 2	81	»
Höhe der Crista sacralis media ganz hinten	30	»
Größte Breite derselben	34,5	»
Ungefährer größter vorderer Querdurchmesser des ganzen Sacrums	250	»
Ungefährer größter hinterer Querdurchmesser des ganzen Sacrums	95	»
Querdurchmesser der vorderen Gelenkfläche	87	»
Höhe » » »	39,5	»
Querdurchmesser » hinteren »	28	»
Höhe » » »	20	»
Abstand des Vorderrandes der Foram. sacr. I von der vorderen Gelenkfläche	52	»
Querabstand der Foramina sacralia I voneinander	59	»

B. Bison priscus Boj.

Das Material des Naturalienkabinettes an fossilen Resten des Wisent ist ungefähr gleich reichhaltig wie das vom Ur. Es setzt sich zusammen aus: 1. zwei Schädelfragmenten mit beiden Hornzapfen oder doch Teilen derselben; 2. vier Fragmenten von Stirnteilen mit linken Hornzapfen; 3. ein Schädelfragment mit der Basis eines rechten Hornzapfens; 4. großes Stirnfragment mit der Basis des linken Hornzapfens und ziemlich vollständiger Occipitalregion; 5. acht aufeinanderfolgende Brustwirbel; 6. zwei hinterste Brustwirbel mit der dazugehörigen Lendenwirbelsäule und Sacrum; 7. ein Beckenfragment.

Als Fundstellen ließen sich noch folgende Orte ermitteln: Hördt bei Leimersheim und Kippenheim.

1a. Schädelfragment mit beiden Hornzapfen (Fig. 4 und 5) gefunden zu Hördt bei Leimersheim. Der linke Hornzapfen ist fast ganz erhalten, während das Ende des rechten abgebrochen ist. Der hintere Teil der Stirnzone rechts von der Sagittalebene ist zerstört; die Beschädigung greift auch auf die


Fig. 4.

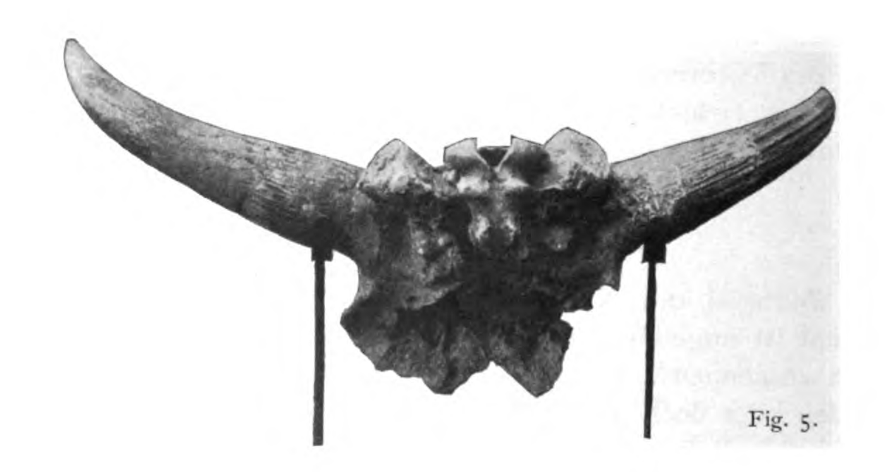

Fig. 5.


Fig. 6.

Auerbach phot. 07.

Occipitalzone über. Das Stück ist an verschiedenen Stellen geflickt und teilweise mit Leim und Erde überzogen. Die zu nehmenden Maße sind:

Stirnbreite in der Mitte der Basis der Hornzapfen .	350 mm
Umfang des Stiels des linken Hornzapfens	350 »
» » » » rechten »	350 »
» » linken Hornzapfens an der Basis . . .	355 »
» » rechten » » » » . . .	355 »
Länge des linken Hornzapfens längs der äußeren Krümmung	500 »
Länge des linken Hornzapfens längs der inneren Krümmung	460 »
Mutmaßlicher Abstand der Spitzen etwa	1130 »

1b. Schädelfragment mit den Basen beider Hornzapfen; Spitzen derselben abgebrochen. Fundort ist nicht zu ermitteln. Maße:

Stirnbreite in der Mitte der Basis der Hornzapfen .	370 mm
Umfang des Stieles des linken Hornzapfens	336 »
» » » » rechten »	343 »
» der Basis des linken »	353 »
» » » » rechten »	355 »

2a. Linker Hornzapfen (Fig. 6.) Die äußerste Spitze ist abgebrochen und fehlt; ein mehr zentral gelegener Zapfenteil ist wieder angesetzt. Das ganze Stück ist zur Haltbarmachung mit einer Leim- und Erdeschicht überzogen; der Fundort ist nicht zu ermitteln. Maße:

Größte Länge an der äußeren Krümmung .	700 mm
» » » » inneren » .	645 »
Umfang des Stieles	372 »
» » Zapfens an der Basis	412 »
» » » in der Mitte	244 »

Die gegebenen Maße zeigen uns, daß das Horn einem gewaltigen Vertreter angehört haben muß. Mertens führt in einer Fußnote p. 109 Maße vom *Bison priscus* nach H. v. Meyer an, nach denen die Hörner in der Länge zwischen 665—759 mm schwanken sollen. Unser Stück kommt dem obersten Maße sehr nahe, zumal wenn wir berücksichtigen, daß die fehlende äußerste Spitze nicht mitgemessen ist.

2b. Linker Hornzapfen gefunden 1800 bei Kippenheim. Das Stück ist klein und sehr glatt abgerieben; die Spitze fehlt. Maße:

Umfang des Hornstiels	290 mm
» » Horns an der Basis	300 »
Ungefähre Länge an der äußeren Krümmung	380 »

Die beiden anderen Fragmente von linken Hornzapfen, von denen eines 1799 bei Neureut gefunden wurde, sind so stark beschädigt, daß einigermaßen genaue Messungen nicht vorgenommen werden können. Wir wollen sie daher hier nur erwähnen.

3. Schädelfragment mit der Basis des rechten Hornzapfens. Fundort unbekannt. Das Stück stammt von einem ziemlich starken Tiere.

Umfang des Hornstieles . . . . . 358 mm

4. Großes Stirnfragment mit der Basis des linken Hornzapfens und Occiput. Fundort: Hördt bei Leimersheim 1840. Das Stück ist äußerst typisch und zeigt sehr schön die charakteristische breite und gewölbte Stirn des Bison. Der rechte Hornzapfen fehlt vollkommen, vom linken ist nur ein kurzes Bruchstück erhalten. Die Occipitalregion ist ziemlich vollständig, jedoch zeigt der rechte Condylus occipitalis einige Defekte, und in der Squama occipitalis befindet sich ein größeres Loch.

Umfang des linken Hornzapfenstiels . 384 mm.

Es sind in der allgemeinen Liste des Wisentmaterials nun noch aufgeführt Brust- und Lendenwirbel, ein Sacrumfragment und ein Beckenfragment. Diese Teile sind früher teilweise als vom Wisent, teilweise von *Bos primigenius* stammend bezeichnet gewesen. Die Zugehörigkeit der Lendenwirbelsäule samt Sacrum zum Auerochsen ist auszuschließen, da nur fünf Lendenwirbel vorhanden sind (der letzte Brustwirbel ist ebenfalls da, so daß das Fehlen des vorderen Lendenwirbels auszuschließen ist), und auch das Sacrum durchaus vom Typus des Hausrindes abweicht. Da mir zurzeit das nötige Vergleichsmaterial fehlt, kann ich mit Sicherheit keine Bestimmung vornehmen und will aus diesem Grunde auch eine Beschreibung der einzelnen Knochen an dieser Stelle unterlassen.

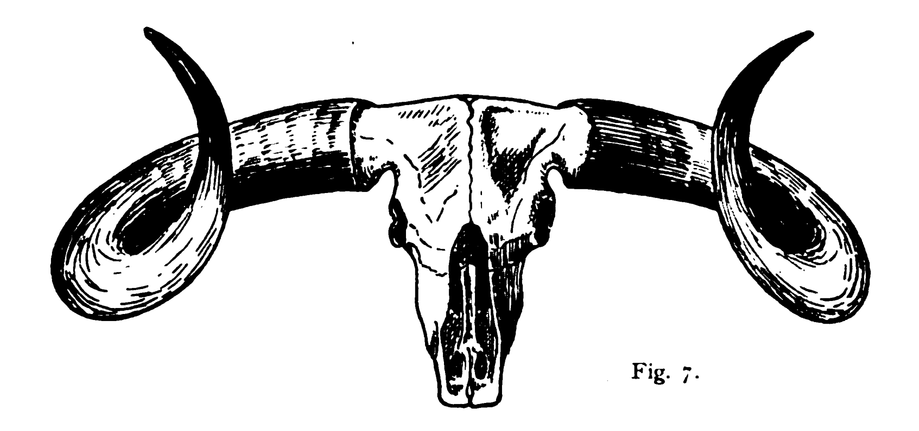


Fig. 7.

Beschreibung des Schädels eines Franqueiroochsen.

Wir sahen früher in der Skizze der geographischen Verbreitung der Rinder, daß diese ursprünglich Südamerika vollkommen fehlten und erst nach seiner Entdeckung durch die Spanier eingeführt wurden. An jener Stelle wurde dann auch kurz eine ganz merkwürdige Rinderrasse, diejenige der sogen. Franqueiroochsen erwähnt. Da die zoolog. Abteilung unseres Naturalienkabinettes im Besitze eines ganz außerordentlich schönen Schädelexemplares dieser Rasse ist, und auch über dieselbe bisher nur sehr wenig veröffentlicht wurde, so scheint es mir gerechtfertigt, hier noch als Anhang eine genauere Beschreibung unseres Schädels zu geben und daran noch einige Betrachtungen über die Herkunft jener merkwürdigen Rasse zu knüpfen.

Die Berichte in der Literatur über unser Tier sind sehr dürftig; Hensel hat im »Zoolog. Garten« 1876, pag. 40 einige Angaben veröffentlicht, auch Middendorf hat einiges bekannt gegeben. (Landwirtschaftl. Jahrbücher, herausgeg. von H. Thiel, Jahrg. 1888 p. 267—328, Anm. 1 p. 302 fide Nehring.) Eine ausführlichere Beschreibung eines Schädels, sowie eine Abbildung desselben verdanken wir Nehring (Sitzungsber. d. Gesellschaft naturf. Freunde in Berlin 1888 p. 91—99). Weitere ausführliche Literatur kenne ich nicht und auch Herr Prof. Matschie in Berlin, an den ich mich dieserhalb wandte, konnte mir keine weiteren Werke nennen. Sollten dennoch eingehendere Arbeiten erschienen sein, so wäre ich für Bekanntmachung derselben sehr dankbar.

Die Heimat der merkwürdigen Rasse ist das Innere der brasilianischen Provinz S. Paulo. Unser Exemplar wurde im Jahre 1879 von den Herren Gebr. Glück in Rio de Janeiro geschenkt. Die Rasse ist ausgezeichnet durch ganz enorm starke und mächtige Hörner, die, mit deutlichem Stiel am Schädel entspringend, zuerst nach außen, unten, dann nach vorwärts, innen und endlich nach oben gebogen sind; der Umfang und die Länge der Hörner ist eine ganz gewaltige (s. Fig. 7—9).

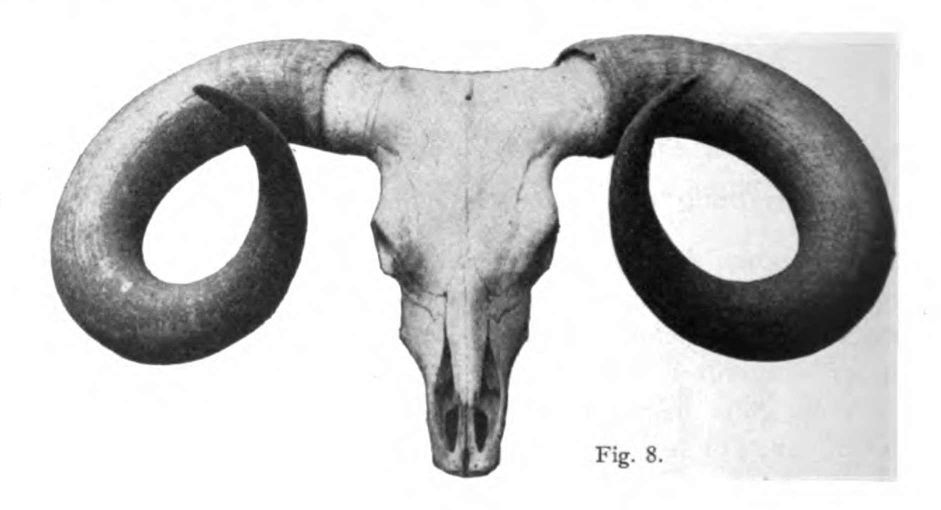


Fig. 8.

Ehe wir auf eine genauere Beschreibung eingehen, wollen wir im folgenden zunächst die Maße des Karlsruher Exemplares geben. Ich setze zum Vergleich in der zweiten Rubrik die von Nehring veröffentlichten Abmessungen des Berliner Exemplares hinzu (s. Fig. 7).

	Nehring.	Karlsruhe.
Basilarlänge des Schädels vom Foramen magnum ab	480 mm	— mm
Profillänge des Schädels v. d. Scheitelkamme bis Vorderrand d. Intermaxillaria	543 »	615 »
Länge der Stirn inkl. Scheitelkamm (in der Mittellinie)	260 »	280 »
Breite d. Stirn zw. d. Hornbasen hinten am Scheitelkamme	274 »	310 »
Breite d. Stirn a. d. sogen. Stirnenge (Mitte zw. Hornbasen u. Augenhöhlen)	234 »	270 »

Stirnbreite am Hinterrande der Augenhöhlen	256 mm	283 mm
Größte Breite der Hinterhauptfläche . . .	250 »	-- »
» » an den Wangen-(Maxillar-) Höckern	158 »	196 »
Länge der oberen Backzahnreihe	129 »	150 »
Größte Breite zw. d. äußeren Krümmungen der beiden Hörner	1290 »	1260 »
Größte lichte Weite zw. den inneren Krümmungen der beiden Hörner	1060 »	970 »
Abstand der beiden Hornspitzen	915 »	610 »
Länge eines Hornes der äußeren Krümmung nach gemessen	1540 »	1630 »
Umfang des Hornkerns an der Basis . .	400 »	450 »
Länge der Nasalia	— »	230 »
Größte Breite der Nasalia zusammen . . .	— »	64 »
Länge der Intermaxillaria	— »	169 »
Breite » » (vorne zusammen)	— »	99 »
Breite des knöchernen Gaumens i. d. Mitte	— »	95,5 »

Die Intermaxillaria erreichen die Nasalia nicht.

Leider ist die ganze Occipitalregion unseres Schädels weggeschlagen, so daß an jener Stelle keine Messungen und Vergleiche möglich sind (vergl. Fig. 9).

Ein Vergleich der Maßzahlen des Karlsruher Exemplares mit den von Nehring gegebenen ergibt, daß ersteres in allen Dimensionen bedeutend größer ist. Der geringere Abstand der äußersten Begrenzung beider Hornkrümmungen voneinander beim Karlsruher Schädel kommt daher, daß die Hörner nicht so weit ausladen wie beim Berliner Exemplar; ein Blick auf die Abbildungen unseres Stückes Fig. 8 u. 9 und dasjenige aus Berlin (Fig. 7) zeigt den Unterschied. Unser Exemplar übertrifft das Berliner aber an absoluter Länge der Hörner um etwa 9 cm.

Die beiden Schädel differieren auch im Verlaufe der Zwischenhornlinie. Auf Fig. 7, die den Berliner Schädel in Vorderansicht zeigt, sehen wir, daß die fragliche Linie in der Mitte deutlich erhöht ist, d. h., daß ihr ganzer Verlauf einen nach oben konvexen Bogen darstellt. Im Gegensatz hierzu ist die Zwischenhornlinie beim Karlsruher Exemplar (Fig. 8 und 9) in der Mitte eingezogen, ist konkav und gleicht so fast genau der Zwischenhornlinie des Bos primigenius. (Vergl. Fig. 1 und 2); von diesem

aber unterscheiden sich die Franqueiroochsen durch die Bildung der Stirne, indem sie nicht flach ist wie beim Ur, sondern vielmehr abgedacht und sich dadurch dem Frontosustyp nähert. Überhaupt zeigt der ganze Schädel nach Nehring alle Charakteristika der Frontosusrassen. Dies stellt nun allerdings die mit *Bos primigenius* gemeinsamen Merkmale nicht in ein schiefes Licht, da ja nach Rütimeyer die Frontosusrasse von den Primigeniusrindern abzuleiten sind. Daß eine Verwandtschaft mit diesen sicher anzunehmen ist, glaube ich auch aus dem Verlaufe der Hörner unseres Exemplares schließen zu dürfen; die ganze Tendenz ist hier die gleiche wie beim Auerochsen, nur sind die



Fig. 9.

Hörner eben länger und dicker und es hat sich ein Hornstiel ausgebildet. Dieser Hornstiel ist beim Berliner Schädel auch etwas anders als beim Karlsruher Stück, indem er beim ersteren bedeutend tiefer eingezogen und deutlicher abgesetzt ist (vergl. die Figuren).

Die Abstammung unserer Rasse ist bis auf den heutigen Tag anscheinend noch nicht aufgeklärt. Wir sahen früher, daß die heutigen südamerikanischen Rinder kurz nach der Entdeckung des Kontinentes durch die Spanier eingeführt wurden und es ist sehr naheliegend, die Franqueiroochsen als Nachkömmlinge derselben, umgebildet durch veränderte Lebensweise, zu betrachten. Dem stellen sich nun aber Schwierigkeiten in den Weg. Nach Keller

gehören die spanischen Rinder nicht, wie man früher glaubte der podolischen Rasse (also einer Primigeniusrasse) an, sondern sind unter die Brachycerosrassen (genauer Brachycephalusrassen) zu rechnen, die ihre Abstammung vom Zebu *(Bibos indicus)* und weiter vom Banteng *(Bibos sondaicus)* herleiten. Nun zeigt der Schädel der Franqueiroochsen aber im höchsten Grade, wie schon Nehring hervorhob, die Charaktere der Frontosusrinder, die ja von *Bos primigenius* herzuleiten sind. Es ist also mehr als unwahrscheinlich, daß die Franqueirorasse mit spanischen Rindern in näherer Verwandschaft steht. Diese meine Ansicht wird bestärkt durch eine briefliche Mitteilung von Herrn Prof. P. Matschie in Berlin, der es ebenfalls für nicht möglich hält, daß die fraglichen Rinder von der iberischen Halbinsel stammen.

Auch Nehring scheint diese Frage schon Kopfzerbrechen gemacht zu haben, denn er zitiert eine Angabe Hensels, nach der die Franqueiroochsen von Villa Franca in Italien herrühren sollten. Diese Nachricht hat Hensel von einem gut unterrichteten aber nach seiner Aussage durchaus unzuverlässigen Berichterstatter erhalten. Nehring geht auf die Frage nicht näher ein, meint aber, daß obige Angabe doch wohl einer genauen Prüfung wert sei; es müsse zunächst untersucht werden, ob die betr. italienischen Rassen genau dieselben Eigentümlichkeiten in der Schädelform und Hornbildung, sowie in den Größenverhältnissen zeigten, oder ob dieselben durch die Lebensbedingungen in der neuen Heimat modifiziert worden seien. Nehring fügt hinzu, daß er vorläufig keine europäische Rinderrasse kenne, die in Form und Größenverhältnissen des Schädels völlig mit unserem Franqueiro übereinstimmten; auch A. von Middendorf scheine keine solchen zu kennen.

Wenn sich die italienische Abstammung der Rasse beweisen ließe, so wären alle Schwierigkeiten mit einem Schlage gehoben, denn durch C. Keller wissen wir, daß in Italien langhornige oder Primigeniusrinder vorkommen und also die Merkmale der Franqueiros erklärt werden könnten. Nun hat Herr Prof. Matschie die Liebenswürdigkeit gehabt, mir mitzuteilen, daß es in Italien dem Franqueiro ganz ähnliche Hornbildungen gäbe, daß er selbst bei Bellinzona Ochsen gesehen habe, die dem Franqueiro fast glichen. Geringfügige Abweichungen würden sich ja leicht durch die veränderten Lebensbedingungen erklären lassen.

Ich habe nun sofort die nötigen Schritte getan, um in den Besitz eines Schädels von einem der genannten Bellinzona-Ochsen zu gelangen und werde, falls mir der Erwerb eines solchen glücken sollte, die nötigen Vergleiche anstellen. Ich werde ferner versuchen, ob nicht ausgedehnte Erkundigungen auch mehr positives Material über die Einführung der Rinder aus Italien liefern können und hoffe, in späterer Zeit an dieser Stelle über die Resultate meiner fortgesetzten Untersuchungen berichten zu dürfen.

Die Naturteleologie und Biogenie der Kirchenväter.

Von Dr. **Walther May.**

In dem System, das der jüdisch-hellenische Philosoph Philo im Anfang unserer Zeitrechnung entwickelte, hatte die mosaische Schöpfungslehre mit der griechischen Philosophie ein inniges Bündnis geschlossen. Diese Verschmelzung des biblischen Genesisberichts mit Elementen der griechischen Philosophie bestimmte auch die Naturansicht des Christentums in der altkirchlichen Zeit. Namentlich waren es platonische und philonische Lehren, die von den Kirchenvätern in ihren zahlreichen Hexaëmeronkommentaren verwertet wurden, um der mosaischen Schöpfungsgeschichte eine philosophische Begründung zu geben. Es ist daher erklärlich, daß trotz einer gewissen Mannigfaltigkeit und Verschiedenartigkeit der kosmo- und biogenetischen Lehren der Kirchenväter sich viele übereinstimmende Züge bei ihnen finden, nämlich jene, die der jüdischen Schöpfungsansicht und den erwähnten griechischen Philosophemen gemeinsam sind. Vor allem kommt hier die teleologische Naturansicht als einigendes Band jener jüdischen, griechischen und christlichen Lehren in Betracht.

Die Welt ist den Kirchenvätern ein wundervolles Kunstwerk, dessen Zweckmäßigkeit auf einen göttlichen Künstler hinweist. Der physikotheologische und der teleologische Beweis für das Dasein Gottes spielen bei ihnen eine große Rolle. Der letzte Zweck der Welt ist ihnen der Mensch, zu dessen Nutzen alles erschaffen worden ist. Sie bekämpfen die gnostische Ansicht von einem unfreien naturnotwendigen Schöpfungsakt, betonen den freien Willensentschluß Gottes bei der Schöpfung und preisen die Offenbarung seiner Güte, die in der Hervorbringung des ihm ebenbildlichen Menschen gipfelte.

Verfolgen wir diese teleologisch-anthropocentrische Auffassung der Kirchenväter im einzelnen, so stoßen wir zunächst in der

gegen Ende des ersten Jahrhunderts geschriebenen Epistel des Clemens von Rom an die Korinther auf folgende begeisterte Verherrlichung der Schönheit des Weltalls:

»Lasset uns sehen, wie so friedensvoll mild Gott gegen seine ganze Schöpfung ist. Die Himmel, durch seine Anordnung bewegt, sind ihm in Frieden untertan. Tag und Nacht vollenden ihren festgesetzten Lauf, ohne sich gegenseitig zu hindern. Sonne und Mond, auch die Chöre der Sterne durchkreisen nach seinem Gebote einmütig ohne jede Überschreitung die ihnen gezogenen Bahnen. Die fruchtschwangere Erde bringt nach seinem Willen zu bestimmten Zeiten Fülle der Nahrung für die sie bewohnenden Menschen und Tiere hervor, ohne Stockung oder Abweichung von seinen Befehlen. Durch dieselben Gesetze werden die unerforschten Tiefen der Abgründe und die unbeschreibbaren Gebiete des Erdinnern zusammengehalten. Die Masse des unermeßlichen Meeres, nach seinem Werkplan in Bette eingezwängt, überschreitet nicht die ihr rings gesetzten Schranken, sondern tut so, wie er ihr befohlen . . . . Frühlings-, Sommer-, Herbst- und Winterzeiten folgen in Frieden aufeinander. Der Winde Stationen vollbringen zur bestimmten Zeit ohne Anstoß ihren Dienst. Immer fließende Quellen, zum Nutzen und zur Gesundheit geschaffen, bieten ohne Aufhören ihre lebenspendenden Brüste den Menschen dar. Auch die kleinsten Tierlein gesellen sich in Eintracht und in Frieden.«

In ähnlicher Weise sehen wir fast ein Jahrhundert später die christlichen Apologeten der Marc Aurelschen Zeit die zweckvolle Einrichtung der Natur als Beweismittel für die Wahrheit ihres Glaubens verwerten. Theophilus von Antiochia legt in seiner Schutzschrift an den Heiden Autolykus dar, daß man aus der Schönheit der Welt mit derselben Logik auf einen Schöpfer des Alls schließen müsse, wie man aus der Fahrt eines wohlausgerüsteten Schiffes auf einen Steuermann, aus der Ordnung eines gut eingerichteten Staates auf einen König schließe. Er fordert den Menschen auf, die Werke Gottes zu betrachten: den rechtzeitigen Wechsel der Jahreszeiten, die Veränderungen der Witterung, den geordneten Lauf der Himmelskörper, den regelmäßigen Gang der Tage und Nächte, der Monate und Jahre, die bunte Schönheit der Samen, Pflanzen und Früchte, die verschiedenen Arten der Vierfüßler, der Vögel, der Schwimm- und

Kriechtiere, der Fluß- und Wassertiere. Er bewundert das in die Tiere gelegte Verständnis für die Fortpflanzung und Ernährung ihrer Jungen, das ihnen nicht zum eignen Nutzen, sondern zum Gebrauch des Menschen verliehen worden ist. Er preist die Fürsorge, die Gott trägt, indem er Nahrung bereitet allem Fleische, und die Unterordnung, in der nach seinem Befehl alle Wesen unter dem Menschen stehen. Mit Entzücken nimmt er wahr, wie süße Quellen sprudeln und stets strömende Flüsse dahin eilen, Tau, Regen und Güsse sich zur gelegenen Zeit einstellen, wie die Gestirne des Himmels in verschiedener Schnelle kreisen, wie der Morgenstern aufgeht und die Ankunft der Sonne verkündet, wie die Plejaden und der Orion, der Arcturus und die übrigen Gestirne ringsum am Himmel ihren Weg nehmen. Alles dies verkündet ihm den Gott, der das Licht aus der Finsternis geschaffen, der die verborgenen Räume des Südens, die Schatzkammern des Abgrundes, die Grenzen der Meere und die Vorratskammern des Schnees und Hagels gemacht hat, der die Wasser sammelt in den Kammern des Abgrundes und die Finsternis in ihrem Behältnisse, der das süße, angenehme, erfreuliche Licht hervorbrechen läßt aus seiner Schatzkammer und die Wolken heraufführt vom äußersten Rande der Erde, der Blitze zu vielem Regen gestaltet, der den Donner aussendet zum Schrecken und den Schall des Donners durch den Blitz vorausverkündet, damit die Seele nicht, vom plötzlichen Schrecken erfaßt, vergehe, der aber auch wieder die Kraft des vom Himmel niederfahrenden Blitzes dämpft, daß er die Erde nicht in Flammen setze, und der dem Donner seine volle Gewalt nimmt, daß er die Dinge auf der Erde nicht über den Haufen werfe.

Mit gleicher Wärme preist der Zeitgenosse des Theophilus, Minucius Felix, in seinem Octavius die Herrlichkeit der Welt und ihres göttlichen Baumeisters. »Erhebe deinen Blick zum Himmel«, ruft er aus, »und mustere die untere und dich umgebende Welt, sage, was kann so klar, so ausgesprochen, so einleuchtend sein, als die Existenz einer göttlichen, im eminenten Sinne vernünftigen Macht, die die ganze Schöpfung belebt, bewegt, erhält und regiert? Schau den Himmel an in seiner unermeßlichen Wölbung, in seiner raschen Drehung, sei es, daß er für die Nacht im Sternenglanze prangt, oder für den Tag von der Sonne durchwandert strahlt: sofort wirst du erkennen, welch wunderbar und

göttlich Gleichgewicht der höchste Weltbaumeister in ihn gelegt hat. Betrachte auch das Jahr, wie es der Sonne Umkreisung bildet, und den Monat, wie ihn der Mond, indem er zunimmt, abnimmt, ganz verblaßt, durch seinen Umlauf gestaltet. Was soll ich sagen von der Wiederkehr und dem Wechsel von Licht und Finsternis, damit wir jetzt Arbeit, dann wieder Ruhe haben ... Und wie ist es mit den Jahreszeiten, deren Ordnung an dem regelmäßigen Früchtewechsel sichtbar wird? Zeugt nicht für seinen Herrn und Schöpfer auf gleiche Weise der Frühling mit seinen Blüten, der Sommer mit seiner Ernte, des Herbstes Dank heischende Reife und die notwendige Winterfeuchte? eine Ordnung, deren Störung ein leichtes sein würde, wäre sie nicht durch eine absolute Vernunft gesichert. Welch große Fürsorge ferner bekundet nicht die Einrichtung, damit nicht beständiger Winter mit seiner Eiskälte brenne und beständiger Sommer mit seiner Glut senge, die mittlere Temperatur des Herbstes und Frühlings einzuschalten, auf daß die Übergänge des wiederkehrenden Jahres auf dieser seiner Bahn unvermerkt und unschädlich stattfänden? Die tausend Arten von Bäumen sieh an, wie sie aus dem Schoße der Erde ihr Leben ziehen; blicke hin auf das Meer, wie es abwechselnd ebbet und flutet; siehe die Quellen, sie fließen mit unversiegbarer Ader; die Flüsse betrachte, sie gehen stetsfort ihren gewohnten Gang. Was soll ich sagen von der zweckmäßigen Gestaltung der himmelanstrebenden Berge, der wellenförmigen Hügel, der lang sich streckenden Ebenen? Was anführen von der Tiere mannigfacher Wehr zu ihrer Verteidigung? Die einen sind bewaffnet mit Hörnern, andere sind durch einen Zaun von Zähnen geschützt, mit Krallen gefestet und mit Stachelpanzern bewehrt oder unerreichbar durch die Schnelligkeit der Füße oder die Schwungkraft der Federn. Endlich verkündet in hervorragender Weise Gott als kunstreichen Bildner die Schönheit unserer eigenen Gestalt, die aufrechte Stellung, das erhobene Antlitz, die Augen, am höchsten, wie auf eine Warte gestellt und alle andern Sinne, wie auf eine Burg postiert.«

Aber nicht nur für das Allgemeine sorgt Gott nach Minucius Felix, sondern auch für das Einzelne. Er erinnert daran, daß Britannien wenig Sonne hat, aber durch die Wärme seines Meeres eine mildere Temperatur erhält, daß Egyptens Dürre durch den Nilstrom gemildert wird, daß der Euphrat Mesopotamien für den

Regenmangel entschädigt und der Indus den Orient bewässert und besät. Und am Schluss seines Hymnus fragt er: »Nicht wahr, wenn du beim Eintritt in ein Haus alles gereinigt, geordnet und geschmückt sähest, du würdest sicherlich glauben, hier walte ein Herr, und der sei viel besser, als jener schöne Hausrat? So ists auch in diesem Weltgebäude. Wenn du Himmel und Erde anschaust und die Fürsorge dafür, die Ordnung und Gesetzmäßigkeit darin, sei überzeugt, es gibt einen Herrn und Schöpfer des Universums, schöner als die Gestirne und die Einzelteile der ganzen Welt.«

Mit gleicher Begeisterung feiert der ebenfalls dem zweiten Jahrhundert angehörende unbekannte Verfasser des Diognetbriefs den göttlichen Logos als den Künstler und Bildner des Alls, durch den Gott die Himmel geschaffen und das Meer in die ihm zukommenden Grenzen eingeschlossen hat, dessen Geheimnisse alle Himmelskörper treu bewahren, von dem sich die Sonne die Maße ihrer Tagesläufe hat vorzeichnen lassen, dem der Mond gehorcht, wenn er ihm des Nachts zu scheinen befiehlt, dem die Sterne sich fügen, die der Bahn des Mondes folgen, von dem alles geordnet, abgeteilt und den Menschen untergeordnet ist, die Himmel und was im Himmel, die Erde und was auf Erden, das Meer und was im Meere ist, dazu Feuer, Luft, Abgründe, das Hohe, das Tiefe und was mitten inne liegt.

Das dritte Jahrhundert bringt uns dann die berühmten acht Bücher des alexandrinischen Kirchenvaters Origenes gegen den heidnischen Philosophen Celsus. Dieser hatte im zweiten Teil seiner etwa 178 geschriebenen antichristlichen Schrift »Wahres Wort« die anthropocentrisch-teleologische Weltauffassung des Christentums bekämpft. Er hatte dort gesagt, die Rasse der Juden und Christen sei ähnlich einem Knäuel von Fledermäusen oder Ameisen, die aus einem Loch hervorkommen, oder Fröschen, die an einer Pfütze Sitzung halten, oder Regenwürmern, die in der Ecke eines Schlammes zur Kirche kommen und sprechen: alles offenbart uns zuerst Gott und kündigt es vorher an, und die ganze Welt und den himmlischen Lauf verlassend und die so große Erde übersehend, wohnt er allein in unserer Mitte, sendet an uns allein Herolde und hört nicht auf zu schicken und zu suchen, damit wir immer mit ihm zusammen seien. Er hatte die Christen mit Würmern verglichen, die glauben, daß sie direkt

nach Gott kommen, nach dessen Ebenbild sie erschaffen wurden, daß er ihnen alles unterworfen und zu ihrem Dienste alles geordnet habe. Er hatte nachzuweisen versucht, daß die Welt nicht in höherem Grade der Menschen als der unvernünftigen Tiere wegen eingerichtet worden sei. »Donner und Blitze und Regen,« schrieb er, »sind nicht Werke Gottes, wenn aber einer auch zugäbe, daß sie es sind, so geschehen sie nicht in höherem Grade uns Menschen zum Nutzen und zur Nahrung als den Pflanzen, Bäumen, Gräsern und Disteln. Und sagst du etwa, diese wüchsen den Menschen, wie magst du sagen, sie wüchsen mehr den Menschen als den wildesten unvernünftigen Tieren? . . . Führst du aber das Wort des Euripides an: »Es muß die Sonn und Nacht den Menschen dienen«, warum mehr uns als den Ameisen und den Fliegen? Denn auch jenen tritt die Nacht ein zur Ruhe, der Tag aber zum Sehen und Tätigsein«.

Ja, nach Celsus sind die Tiere sogar von der Natur vor dem Menschen bevorzugt. Der Mensch nährt sich unter Anstrengungen und Aufbietung von Strapazen kaum und mühselig, den Tieren aber wächst alles ungesät und ungepflügt. Und während wir Netze, Waffen, andere helfende Menschen und Hunde nötig haben, um die Tiere zu jagen, hat die Natur diesen Waffen gegeben, mit Hilfe deren sie uns leicht unterwerfen. Von einer Herrschaft des Menschen über die Tiere kann daher keine Rede sein. Auch haben die Tiere nach Celsus dieselben oder höhere geistige Fähigkeiten als der Mensch. Die Bienen haben Staatsverfassung, Obrigkeit, Gefolge und Dienstbarkeit, Kriege und Siege, Strafen gegen die Faulen und Bösen, Städte und Vorstädte. Die Ameisen sorgen für den Winter vor, helfen einander beim Tragen der Lasten und entfernen die Keime von den Früchten, die aufgespeichert werden, damit sie nicht schwellen, sondern ihnen das ganze Jahr hindurch zur Nahrung verbleiben. Den sterbenden Ameisen bereiten die Lebenden einen besonderen Raum, und wenn Ameisen einander begegnen, unterreden sie sich miteinander. Sie haben somit Vernunft, allgemeine Begriffe und Sprache. »Gesetzt also«, fragt der heidnische Philosoph, »wenn einer vom Himmel auf die Erde schauen würde, was wohl würde er glauben, daß Unterschied sei in dem von uns oder in dem von Ameisen und Bienen Gethanen?« Und wenn Menschen sich etwas einbilden sollten auf Zauberkunst, so verweist Celsus sie auf Schlangen

und Adler, die ihnen weit überlegen sind, indem sie viele Gegenmittel gegen Gift und Krankheiten kennen und heilkräftige Wirkungen einiger Steine. Die Vögel sind weiser und gottgefälliger als die Menschen, da diese erst von ihnen das Vorausbestimmen der Zukunft erlernen. Auch Unterredungen unter den Vögeln finden statt, die sichtlich heiliger sind als die unsrigen.

Und selbst Moral schreibt Celsus den Tieren zu. Er kennt nichts Eidtreueres und im Verhältnis zu den göttlichen Dingen Zuverlässigeres als die Elefanten und hält die Störche für frömmer als die Menschen, da sie Gegenliebe beweisen und den Erzeugern Nahrung bringen. Er preist den Vogel Phönix, weil er nach Verlauf vieler Jahre Egypten besucht, um den gestorbenen und in eine Kugel von Myrrhen begrabenen Vater im Tempel der Sonne niederzulegen. Und aus alledem schließt er, daß die Welt ebensowenig für den Menschen gemacht sei wie für den Löwen oder Adler oder Delphin, sondern damit sie als Gottes Werk vollständig und vollkommen in allen Stücken werde.

Gegen diese Weltauffassung des Celsus wendet sich Origenes im vierten Buch seiner apologetischen Schrift. Er geht auf alle Behauptungen des heidnischen Philosophen im einzelnen ein. Den Umstand, daß auch die Tiere Nutzen von der Schöpfung ziehen, erklärt er für unbeabsichtigt. Wie die Marktleute nur für die Menschen sorgen, die Hunde aber doch Nutzen von den Abfällen haben, so ist auch alles in der Welt eigentlich für die vernünftigen Wesen zubereitet und kommt erst nebenbei auch den vernunftlosen zugute. Die wilden Tiere sind geschaffen worden, damit die vernünftigen Wesen ihre Denkkraft an ihnen üben können. Der Mensch wurde in seinem eigenen Interesse hilflos und dürftig erschaffen. Er sollte dadurch veranlaßt werden, sein Erkenntnisvermögen allseitig auszubilden und anzustrengen, damit ihm die Kenntnis der Künste und Wissenschaften nicht fremd und unbekannt bliebe. Denn der Mangel an den zum Leben notwendigen Dingen hat den Ackerbau und Weinbau, die Gartenbaukunst und die mit Holz und Eisen arbeitenden Handwerke hervorgerufen. Die ungenügende Bedeckung hat die Kunst des Webens, des Wollekrempelns und des Spinnens erzeugt, wie auch die Kunst Häuser zu bauen. Dem Mangel des Notwendigen verdanken wir die Schiffahrt und die Geschicklichkeit das Steuer zu führen. Die unvernünftigen

Tiere dagegen finden ihre Nahrung zubereitet vor, weil sie des Dranges und der Geschicklichkeit entbehren, Künste und Gewerbe zu erfinden. Obgleich wir an Körperstärke den Tieren weit nachstehen und an Körpergröße von einigen gar sehr übertroffen werden, so bezwingen wir sie doch mit unserem Verstand und Scharfsinn. Wir erlegen die gewaltigen Elefanten und zähmen die Tiere, die sich zähmen lassen, durch zarte Behandlung. Wir gebrauchen die Hunde zum Bewachen unserer Schafe, Rinder, Ziegen und Häuser, die Ochsen zum Feldbau, die Zug- und Lasttiere wieder zu andern Dingen. Und so kann man auch sagen, die Löwen, Bären, Leoparden, Eber und ähnliche wilde Tiere seien uns gegeben, daß wir die in uns vorhandene Anlage zu Mut und männlicher Kraft entwickeln und ausbilden.

In den von Celsus angeführten Tatsachen über die Bienen und Ameisen ist nach Origenes nicht die Vernunft der Tiere, sondern nur die göttliche Weisheit zu bewundern, die sich sogar auf die vernunftlosen Tiere erstreckt, vielleicht in der Absicht, daß die Menschen die Ameisen betrachten und fleißiger, wirtschaftlicher und haushälterischer im Gebrauch ihrer Güter werden, daß sie die Bienen ansehen und Gehorsam gegen die Obrigkeit und Erfüllung der ihnen zukommenden Obliegenheiten lernen. Die Bienen haben weder Städte noch Vorstädte, sondern ihre Waben und sechseckigen Zellen und ihre Arbeitsteilung sind der Menschen wegen da, die den Honig zu vielen Dingen verwenden, sei es als heilsame Arznei, sei es als gesundes Nahrungsmittel. Die Handlungen der Bienen gegen die Drohnen sind mit den Gerichten gegen schlechte Menschen und mit den Strafen, die man über sie verhängt, nicht zu vergleichen. Wenn die Menschen sähen, daß sie um nichts besser seien als die Ameisen, auch wenn sie denen Hilfe leisten, die unter schweren Lasten seufzen, so würden sie sich weigern, dies fernerhin zu tun. Die Ameisen, die von den aufzubewahrenden Früchten die Keime entfernen, werden dabei nicht von einer Vernunft geleitet, sondern von der Allmutter Natur, die auch die unvernünftigen Wesen so sorgfältig bedacht hat, daß auch nicht das Geringste von ihr übersehen wurde, sondern Spuren der Vernunft von Natur aus an sich trägt. Den Ameisen gar Sprache zuzuschreiben, ist das Lächerlichste von der Welt. Wenn jemand vom Himmel herniedersähe und das Tun der Menschen und Ameisen beobachtete,

so würde er einerseits ein vernünftiges Prinzip des Handelns sehen, das von der Überlegung in Tätigkeit gesetzt wird und andererseits ein unvernünftiges Prinzip, das durch einen Trieb oder durch eine Erregung der Sinne mit einem gewissen natürlichen Apparat und Mechanismus zur Bewegung gebracht wird.

Was die Heilmittel anbetrifft, die Celsus ins Feld führt, so kommen die Tiere nach der Ansicht des Origenes durch natürliche Anlage zu ihnen, die Menschen aber teils durch Erfahrung, teils durch Überlegung und manchmal auch auf dem Weg des logischen und wissenschaftlichen Verfahrens. Wenn sich die Schlangen des Fenchels bedienen, um ihre Sehkraft zu stärken und die Beweglichkeit ihrer Gliedmaßen zu heben, so verdanken sie diese Fähigkeit nicht einer denkenden und überlegenden Kraft, sondern bloß ihrem Körper- und Gliederbau. Und wenn die Adler den sogenannten Adlerstein in ihr Nest tragen, um die Jungen dort gesund zu erhalten, so ist ihnen dies Mittel von der Natur zur Mitgift gegeben worden. Fänden die Tiere ihre Heilmittel vermittels der Vernunft, so würde nicht jedes Tier auf ein oder meherere bestimmte Mittel an- und hingewiesen sein, die gerade seiner Natur entsprechen, sondern die Vernunft hätte sie mit ebenso vielen bekannt gemacht, wie den Menschen.

Bezüglich der Zeichen, die Tiere geben sollen, verweist Origenes auf die Philosophen, die noch nicht mit sich im Reinen seien, weder darüber, ob es überhaupt eine Kunst gäbe, durch Beobachtung der Vögel und anderer Tiere die Zukunft zu erforschen, noch darüber, welche Ursache der Wahrsagekunst zugrunde liegt. Er selbst hält es für wahrscheinlich, daß die Zeichen der Tiere als Einflüsse böser Geister zu betrachten sind, die den Menschen damit irre führen wollen. Er meint, wenn wirklich eine göttliche Kraft in den Tieren vorhanden wäre, vermöge deren sie die Zukunft erkennen, so würden sie zunächst die Dinge, die sie selbst betreffen, vorauswissen und nicht in die ihnen von den Menschen gestellten Fallen gehen. Auch daß sich die Tiere selbst gegenseitig zur Beute werden, widerspreche der Behauptung, daß ihnen Weissagungskunst und göttliche Natur innewohne.

Von einer Eidesleistung und Eidestreue der Elefanten zu sprechen, hält Origenes für lächerlich. Daß die Störche die von Celsus gerühmten Handlungen ausführen, gibt er zu, führt sie

aber nicht auf Pflichtgefühl und Überlegung, sondern auf den Instinkt zurück, den die Natur in sie gelegt hat, um dadurch die Menschen zu beschämen und an ihre Pflicht der Dankbarkeit gegen die Eltern zu erinnern. Die Geschichte mit dem Phönix erscheint ihm nicht sicher erwiesen, aber selbst wenn sie wahr sein sollte, so wäre sie aus natürlichen Gründen leicht zu erklären. Vielleicht wollte die Vorsehung damit, daß sie eine so große Menge und eine so große Verschiedenheit der Tiere schuf, die gewaltige Mannigfaltigkeit zeigen, die in der Welt und ihren Teilen herrscht und die sich sogar bis auf die Vögel erstreckt, und sie hat vielleicht ein Tier, das einzig in seiner Art ist, ins Dasein gerufen, um die Menschen zu veranlassen, nicht das Tier, sondern den zu bewundern, der es geschaffen.

Mit diesen Argumenten glaubt Origenes die Angriffe des Celsus hinlänglich zurückgeschlagen und den Beweis erbracht zu haben, daß alle Dinge für den Menschen und jegliches vernünftige Wesen geschaffen worden sind. Auch in den Übeln der Welt sieht er keinen Beweisgrund gegen diese Ansicht, denn, wie er im sechsten Buch seiner Apologie ausführt, sind sie überhaupt nicht von Gott geschaffen worden, wenn sich auch einige aus seinen vornehmsten Werken ergeben haben, wie es denn auch bei dem Zimmermann, der eine größere Arbeit auszuführen hat, ohne Späne und ähnliche Abfälle nicht abgeht, oder wie die Baumeister für die schmutzigen Haufen von Steinbrocken und Kot, die man an den Plätzen sieht, wo gebaut wird, verantwortlich gemacht werden können.

Unter den Nachfolgern der Origenes auf dem Bischofsstuhle von Alexandria ist besonders Athanasius als Verkünder der Naturteleologie des Christentums zu nennen. In seiner apologetischen Schrift »Gegen die Heiden«, die er am Anfang des vierten Jahrhunderts verfaßte, schließt er aus der Ordnung und Harmonie der Schöpfung auf den Herrn und Schöpfer der Welt. »Wer erkennt nicht«, fragt er, »wenn er den Kreis des Himmels, den Lauf der Sonne und des Mondes, die Stellungen und Bewegungen der übrigen Gestirne sieht, die in entgegengesetzten und verschiedenen Richtungen vor sich gehen, nebenbei die ungeachtet des Unterschiedes von allen gleichmäßig eingehaltene Ordnung, daß sie nicht selbst sich regieren, sondern ein anderer, ihr Schöpfer, es ist, der sie lenkt?« Und »wer wird, wenn er sieht, daß die

Erde Frucht bringt zur rechten Zeit und daß vom Himmel Regen, von den Flüssen Wasserströme, von den Quellen Wassersprudel und Zeugungen von ungleichartigen Tieren kommen und daß dies nicht immer, sondern in festgesetzten Zeiten geschehe, kurz, wer wird, wenn er wahrnimmt, daß in unähnlichen und entgegengesetzten Dingen die gleiche und ähnliche Ordnung eingehalten wird, nicht begreifen, daß es eine Kraft gibt, die dies alles ordnet und leitet, wie es ihr gefällt und unerschüttert ausharrt? Denn für sich allein könnte es sich nicht bilden und nie zum Vorschein kommen wegen des gegenseitigen Widerspruchs der Natur.« Und weiter vergleicht Athanasius die Welt mit einer Stadt, die von vielen und verschiedenen Menschen gebildet wird, großen und kleinen, reichen und armen, Greisen und Jünglingen, Männern und Frauen, die alle in Eintracht leben, so daß weder die Reichen gegen die Armen, noch die Großen gegen die Kleinen, noch die Jünglinge gegen die Greise sich erheben, sondern alle sich in gleichem Maße des Friedens erfreuen. Wenn wir das sehen würden, meint er, so würden wir gewiß denken, daß ein Regent vorhanden ist, der die Eintracht aufrecht hält, wenn wir ihn auch nicht sehen. Und ebenso wie wir aus der Ordnung im Staate auf einen Regenten schließen oder aus der Übereinstimmung der Gliedmaßen im Körper auf eine Seele, oder aus der Symmetrie und Harmonie der Kunstwerke des Phidias auf den abwesenden Künstler, so müssen wir auch aus der Ordnung und Harmonie der Welt Gott, den Herrscher der Welt, erkennen.

Etwa 30 Jahre nach der Abfassung der apologetischen Schrift des Athanasius hielt der damalige Presbyter und spätere Bischof Cyrill von Jerusalem in der Auferstehungskirche seiner Vaterstadt seine 23 Katechesen, in deren neunter das teleologisch-anthropocentrische Moment der christlichen Naturansicht stark betont wird. Er ermahnt darin die Ungläubigen, den Bau des Himmels und der Erde zu betrachten, um in der Größe und Schönheit der Geschöpfe ein Analogon des Schöpfers zu schauen. Er weist sie hin auf die Himmelswölbungen, die Gott aus der flüssigen Natur der Gewässer schuf, da Wasser notwendig war für den Ackerbau der Erde. Er zeigt ihnen die Sonne, die im Sommer, höher heraufsteigend, die Tage länger macht und dadurch den Menschen gelegene Zeit zu ihren Arbeiten gibt, im Winter aber den Kreislauf enger zieht, nicht damit die Kälte

heftiger werde, sondern damit die länger werdenden Nächte dazu beitragen, sie an Erzeugnissen fruchtbringend zu machen. Er fordert die Ungläubigen auf, zu beachten, wie die Tage in schöner Ordnung aufeinander folgen, wie sie im Sommer wachsen, im Winter kürzer werden, im Frühling und Herbst aber gleichen Abstand voneinander haben. Er tadelt jene, die sagen, ein anderer habe das Licht, ein anderer die Finsternis gemacht. Denn auch in der Finsternis sieht er eine wohltätige Einrichtung Gottes, da sie dem Menschen einen Aufschub seiner Arbeit ermöglicht und die Ruhe der Nacht ihm neue Frische und Kraft verleiht.

Aber die Häretiker sollen nicht nur den Himmel und die Sonne, den Tag und die Nacht anstaunen und bewundern, sondern auch den wohlgeordneten Reigen der Sterne, ihren ungehinderten Lauf und rechtzeitigen Aufgang, wie die einen die Zeiten des Winters, die andern die des Sommers sind, wie die einen die Zeit der Aussaat ankündigen, die andern den Beginn der Schifffahrt anzeigen. Sie sollen betrachten, wie uns Gott das Licht des Tages so schön in allmählich zunehmender Stärke gewährt, indem die Sonne nicht plötzlich aufgeht, sondern ein schwaches Licht voraussendet, damit die Pupille vorbereitet werde und so die stärkere Kraft des Sonnenstrahles ertragen könne, wie ja Gott auch die Finsternis der Nacht durch den Schein des Mondes gemildert hat. Sie sollen in Gott den Vater des Regens, der Tautropfen und der Wolken verehren, der den Wolken so große Stärke verliehen, daß sie nicht einbrechen, trotz der großen Wassermassen, die über ihnen lagern. Sie sollen in Gott den bewundern, der das Wasser bewegt und leitet, wie er will, so daß es im Weinstock zu Wein wird, der des Menschen Herz erfreut, in den Ölbäumen zu Öl, das des Menschen Angesicht glänzend, im Getreide zu Brot, das des Menschen Herz stark macht. Sie sollen den Frühling betrachten und die Blumen aller Art, die einander so ähnlich und doch so verschieden sind: das lebhafte Rot der Rose, das blendende Weiß der Lilie. Sie sollen staunen darüber, daß aus ein und derselben Substanz des Baumes ein Teil zum Schattendach, ein anderer zu verschiedenen Früchten wird, daß von ein und derselben Weinrebe sich ein Teil als Holz auswächst zum Verbrennen, ein anderer zu Sprossen, ein anderer zu Laubwerk, ein anderer zu rankenden Zweigen, ein

anderer endlich zur Traube. Sie sollen auch den Ring der Knoten des Rohres bewundern, wie ihn der Künstler so dicht gemacht hat.

Und preisen sollen sie die Schönheit der Fische des Meeres, die Größe der Meerungeheuer, die Natur der Amphibien, die sowohl auf trockenem Land, als auch im Wasser leben können, und die Natur der Vögel, wie die einen eine gesangeskundige Zunge mit sich führen, wie andere an den Flügeln kunstvoll bunt bemalt sind und noch andere, nachdem sie mitten in die Luft aufgeflogen, kunstvoll stehen. Nicht weniger sollen sie den blinden Trieben der Tiere Beachtung schenken, die gleichsam Nachahmungen der verschiedenen freien Willenstätigkeiten des Menschen sind, so daß der Fuchs die gewissen Menschen eigene hinterlistige Schlauheit darstellt, die Schlange jene Menschen, die ihre Freunde mit giftigen Pfeilen verwunden, und das wiehernde Pferd die geilen unter den Jünglingen. Und zur Ameise und Biene sollen sie gehen, die dazu da sind, den Faulen und Trägen aufzuwecken. Ja sogar in den scheinbar schädlichen oder nutz- und zwecklosen Bildungen der Natur sollen sie die Weisheit des Schöpfers erblicken. Denn selbst von giftigen Schlangen hat man Arzneimittel zum Heil des Menschen gewonnen, und in der Kraft der Tiere offenbart sich die Kraft Gottes, so wenn der Skorpion an den Stacheln eine scharfe Waffe hat, wenn andere Tiere mit den Klauen, noch andere mit den Zähnen sich wehren oder die Macht des Basilisken im Blicke liegt.

Wer aber vielleicht alle diese Dinge nicht kennen und wem nichts an den lebenden Wesen außer ihm liegen sollte, der soll in sich selbst hineingehen und den Künstler aus seiner eigenen Wesenheit erkennen. »Wer hat«, fragt Cyrill, »die Kanäle des Mutterschoßes für das Kindergebären zubereitet? Wer hat das Unbeseelte in ihm beseelt? Wer hat uns mit Nerven und Gebeinen zusammengefügt, mit Haut und Fleisch umgeben? Und wer läßt, sobald das Kind geboren ist, aus den Brüsten die Milch spendende Quelle entspringen? Wie wächst der Säugling zum Knaben und dieser zum Jüngling und dann zum Manne heran? Und wie verwandelt sich dieser wieder in einen Greis? ... Wie wird die Nahrung teils zu Blut bereitet, teils zur Absonderung ausgeschieden, teils in Fleisch verwandelt? Wer setzt das nie ruhende Herz in Bewegung? Wer hat die so empfindlichen

Augen durch die sie umgebenden Augenlider so weise beschützt? . . . Wer hat den einen Atemzug durch den ganzen Körper verteilt? Du siehst also, o Mensch, den Künstler, du siehst den weisen Baumeister.«

Neben Athanasius und Cyrill von Jerusalem sind aus dem vierten Jahrhundert noch mehrere andere Kirchenväter zu nennen, die in ihren Schriften die teleologische Frage berühren. So preisen die Syrer Ephräm und Johannes Chrysostomus den Nutzen der Tiere und Pflanzen für den Menschen. Nach Ephräm wurden die zahmen Tiere und das Wild zur Seite des Paradieses geschaffen, damit sie in Adams Nähe wohnten, während das Gewürm auch auf der ganzen übrigen Erde hervorkroch. Ebenso weist der Kappadozier Basilius der Große in der fünften Homilie seines Hexaëmeronkommentars auf den medizinischen und sonstigen Nutzen der Giftpflanzen hin. Er erwähnt, daß die Ärzte durch den Alraun den Schlaf herbeiführen, durch Opium die heftigen Leibschmerzen stillen, durch Schierling die Wut der Begierden dämpfen und durch die Nießwurz oft langwierige Krankheiten heben. Er verweist auf die Stare, die den Schierling ohne Schaden fressen, und auf die Wachteln, denen die Nießwurz als Speise dient. Gewisse Pflanzen, wie der Lolch und anderes Unkraut sind nach Basilius erst durch den Sündenfall des Menschen schädlich geworden, wie denn auch die Rose vor dem Fluche Gottes keine Dornen besaß. Diese wurden erst später zur Schönheit der Blume hinzugefügt, damit wir neben der Annehmlichkeit des Genusses auch die Trauer hätten und uns der Sünde erinnerten, derentwillen die Erde verurteilt wurde, uns Dornen und Disteln zu tragen. Anfangs war die ganze Pflanzenwelt ausschließlich zum Nutzen des Menschen bestimmt, so der Weinstock, um durch den Wein des Menschen Herz zu erfreuen, der Ölbaum, damit der Mensch sein Antlitz in Öl erfrischen könne, die Kräuter und Gemüse zu seiner Nahrung und viele andere Pflanzen, um ihm in Austräufelungen, Säften, Reisern, Rinden und Früchten heilsame Arzneimittel darzubieten. Auch wurden die Pflanzen vor der Sonne ins Dasein gerufen, um den Menschen zu verhindern, die Sonne als die Ursache des Lebens anzubeten.

Basilius erwähnt aber nicht nur den Nutzen der Pflanzen für den Menschen, sondert bewundert auch die zweckvolle Ein-

richtung des Pflanzenorganismus selbst. Ein Grashalm erscheint ihm hinreichend, um die ganze menschliche Geistestätigkeit bei der Betrachtung der Kunst, die ihn hervorgebracht hat, in Anspruch zu nehmen. Er lenkt die Aufmerksamkeit auf die Art, wie die Knoten auf dem Getreidehalm verteilt sind, damit der Halm mittels dieser Bänder leichter die Last der Ähren trage, wenn sie fruchtbeladen sich zur Erde neigen. Dem Hafer fehlen sie seiner Meinung nach, weil sein Haupt mit nichts beschwert ist, dagegen hat die Natur den Weizen mit solchen Bändern versehen. Ferner hat sie das Korn in eine Hülse eingeschlossen, damit es nicht so leicht von den Samenfressern geraubt werde, die auch durch hervorstehende Grannen wie durch Stacheln abgehalten werden, dem Getreide zu schaden. Nicht weniger zweckmäßig sind die Bäume eingerichtet, indem die Wurzeln der lang- und breitästigen tief und rings im Boden ausgebreitet sind, gleich als hätte die Natur der darauf ruhenden Last eine entsprechende Unterlage geben wollen. Auch haben die Bäume mit zarter Frucht eine dichte Blätterdecke, wie die Feigen, die Bäume mit harten Früchten dagegen einen leichten Blätterschutz, wie die Nußbäume. Denn die zarten Früchte bedürfen wegen ihrer Schwäche eines größern Schutzes, während den harten des Schattens der Blätter wegen eine dichtere Decke schädlich gewesen wäre. Ebenso hat der Weinstock gespaltene Blätter, damit die Trauben sowohl dem schädlichen Einfluß der Luft widerstehen, als auch die Sonnenstrahlen reichlich aufnehmen können. So ist nichts ohne Ursache, nichts durch Zufall, sondern in allem zeigt sich eine unaussprechliche Weisheit.

Wie bei den Pflanzen, so betont Basilius auch bei den Tieren sowohl ihren Nutzen für den Menschen als ihre eigene zweckvolle Einrichtung. Die Tiere wurden teils zum menschlichen Gebrauch hervorgebracht, teils zur Betrachtung des Schöpfungswunders, teils zur Belebung unserer Trägheit. Gott schuf die großen Seeungeheuer, um uns Schrecken und Staunen einzuflößen, den Schiffshalter, der die größten Schiffe leicht anzuhalten vermag, um uns seine Macht kundzutun, die Schwert-, Säge-, Hunds-, Wal- und Hammerfische, damit wir in der Hoffnung auf ihn davon keinen Schaden nähmen. Und diese und alle andern tierischen Wesen schuf er so, daß ihr Körper ihrer Lebensweise angepaßt ist, daß ihnen nichts Notwendiges fehlt und nichts Über-

flüssiges zukommt. Den Raubvögeln gab er scharfe Klauen, einen krummen Schnabel und einen raschen Flug, um die Beute schnell erhaschen, zerreißen und verzehren zu können. Den Wasservögeln verlieh er weder gespaltene Füße wie den Krähen, noch Krallen wie den Fleischfressern, sondern breite, mit Häuten versehene Füße, damit sie leicht im Wasser schwimmen, indem sie es mit den Fußhäuten wie mit Rudern von sich stoßen. Dem Schwan gab er einen langen Hals, damit er ihn wie eine Angel hinabtauche und die in der Tiefe verborgene Nahrung heraufhole. Den Fleischfressern verlieh er scharfe Zähne, deren sie wegen der Art ihrer Nahrung bedurften, während er die Tiere, die nur zur Hälfte mit Zähnen ausgerüstet sind, mit vielen und mannigfaltigen Speiseabteilungen versah. Dem Kamel gab er einen langen Hals, um den Füßen gleichzukommen und das Gras, von dem es lebt, erreichen zu können. Die Bären, Löwen, Tiger und ähnliche Tiere erhielten dagegen einen kurzen Hals, weil sie nicht von Pflanzen leben und sich nicht zu bücken brauchen, sondern Fleisch fressen und sich vom Raube der Tiere erhalten. Jedoch auch ein Pflanzenfresser, der Elefant, wurde mit einem kurzen Hals erschaffen, da ein langer und den Füßen entsprechender Hals bei dem fleischigen, feisten Körper des Tieres schwer zu lenken gewesen wäre und sich wegen der übermäßigen Schwere immer zu Boden geneigt hätte. Ebenso mußte der Elefant ungelenke und wie Säulen geformte Beine erhalten, um die Last des Körpers zu tragen. Aber als Ersatz für die mangelnde Länge des Halses und die mangelnde Gelenkigkeit der Beine gab ihm Gott eine schlangenförmige und biegsame, bis auf die Füße herabreichende Nase zur Aufnahme der Speise und zum Einschlürfen des Trunkes. Den Tieren, die sich leicht fangen lassen, verlieh er eine größere Fruchtbarkeit, als den Tieren, die andere verzehren. Daher gebären die Hasen und wilden Ziegen viele Junge und werfen die wilden Schafe Zwillinge, damit die Rasse von den Fleischfressern nicht aufgezehrt werde und aussterbe. So ist in den Geschöpfen nichts ungeordnet und zwecklos, nichts unvorhergesehen und ohne die gebührende Vorsorge.

In einer besondern Rede »Hab acht auf dich« hat Basilius auch die Zweckmäßigkeit der menschlichen Organisation hervorgehoben. Er rühmt dort die Weisheit des Schöpfers, der dem Menschen allein eine aufrechte Gestalt gab, um ihn erkennen

zu lassen, daß sein Leben aus der Verwandtschaft von oben stamme. Er preist ferner die zweckvolle Einrichtung der menschlichen Sinnesorgane, die, obgleich auf einen so kleinen Raum beschränkt, sich doch gegenseitig in ihrer Wirksamkeit nicht hindern. Die höchste Warte haben unter ihnen die Augen eingenommen, damit ihnen kein Glied des Leibes im Wege stehe und sie unter dem kleinen Vorsprung der Augenbrauen frei um sich sehen können. Das Ohr steht nicht geradezu offen, sondern nimmt durch einen gewundenen Gang die Töne aus der Luft auf, damit nichts hineinfallen und dem Sinne hinderlich sein kann. Die Zunge ist zart und biegsam und entspricht durch die Mannigfaltigkeit der Bewegung jedem Bedürfnis der Rede. Die Zähne sind einerseits Stimmorgane, indem sie der Zunge eine feste Stütze geben, andererseits dienen sie auch zum Essen, indem einige die Speisen zerschneiden, andere sie zermalmen. In allem diesen wie auch in dem Bau der Lungen und des Herzens, in den Werkzeugen der Verdauung und in den Gängen des Blutes erkennt Basilius die unerforschliche Weisheit des Schöpfers.

Offenbart sich uns der große Kappadozier in diesen biologischen Bemerkungen als ein liebevoller Beobachter der Natur, so tritt er uns an andern Stellen seiner Werke als ein Mann von tiefem dichterischen Naturgefühl entgegen. Kein Geringerer als Alexander von Humboldt hat auf diese Seite der Persönlichkeit des Basilius hingewiesen. Er zitiert von ihm einen an Gregor von Nazianz geschriebenen Brief aus der Einsiedelei am armenischen Flusse Iris, in dem die Umgebung der einsamen Berghütte, in die sich Basilius zurückgezogen, in dichterischer Sprache geschildert wird. Er verweist auf die Stellen der Homilien über das Hexaëmeron, wo die Milde der ewig heitern kleinasiatischen Nächte und die Schönheit der grenzenlosen Fläche des Meeres in ihren verschiedenen wechselnden Zuständen beschrieben wird. Und dieselbe sentimental-schwermütige, der Natur zugewandte Stimmung findet Humboldt bei Gregor von Nyssa, dem Bruder des großen Basilius. Von ihm teilt er folgende Herzensergießung mit: »Wenn ich jeden Felsenrücken, jeden Talgrund, jede Ebene mit neuentsprossenem Grase bedeckt sehe, dann den mannigfaltigen Schmuck der Bäume und zu meinen Füßen die Lilien, doppelt von der Natur ausgestattet mit Wohlgeruch und mit Farbenreiz; wenn ich in der Ferne das Meer

sehe, zu dem hin die wandelnde Wolke führt: so wird mein Gemüt von Schwermut ergriffen, die nicht ohne Wonne ist. Verschwinden dann im Herbst die Früchte, fallen die Blätter, starren die Äste des Baumes, ihres Schmuckes beraubt, so versenken wir uns, bei dem ewig und regelmäßig wiederkehrenden Wechsel, in den Einklang der Wunderkräfte der Natur. Wer diese mit dem sinnigen Auge der Seele durchschaut, fühlt des Menschen Kleinheit in der Größe des Weltalls.«

Demselben Gregor von Nyssa, der diese Sätze schrieb, verdanken wir eine Schrift über die Ausstattung des Menschen, in der er den anthropocentrischen Standpunkt des biblischen Schöpfungsberichts klar präzisiert und gleich seinem Bruder Basilius das Thema von der Zweckmäßigkeit der menschlichen Organisation behandelt. Wie ein guter Wirt, lehrt er, nicht vor der Zubereitung der Speisen den Gast in sein Haus führt, sondern erst, wenn er alles geziemend zubereitet und mit dem gehörigen Schmucke das Haus, das Lehnpolster, den Tisch geziert hat und das zur Nahrung Dienende bereits fertig ist, so auch führte Gott, der reiche und freigebige Bewirter, den Menschen erst dann auf der Erde ein, nachdem er diese mit allen möglichen Zierden geschmückt und das große und aufwandvolle allgemeine Gastmahl für den Menschen zubereitet hatte. Die Ausstattung des Menschen zeigt sowohl in der Gestalt des Leibes, als auch in den Vorzügen der Seele seine Herrschermacht. Allerdings wurde der Mensch entblößt der natürlichen Bedeckungen, wehrlos und arm und alles Notdürftigen ermangelnd in das Leben gesetzt. Nicht mit Sprossen von Hörnern, nicht mit Krallenspitzen, nicht mit Hufen, Hauzähnen oder einem Giftstachel wurde er bewaffnet, nicht mit einer Hülle von Haaren wurde sein Leib bedeckt. Während Löwe, Eber, Tiger, Panther und andere Tiere eine zu ihrer Sicherheit ausreichende Kraft besitzen, während dem Stier das Horn, dem Hasen die Schnelligkeit, dem Reh die Sprungkraft und die Sicherheit des Auges, dem Elefanten die Größe und der Rüssel, den Vögeln der Fittig, der Biene der Stachel von Natur aus angeboren sind, ist der Mensch im Vergleich mit den schnelläufigen langsamer, mit den fleischreichen kleiner, mit durch angeborne Waffen geschützten leichter besiegbar. Aber gerade in dieser scheinbaren Dürftigkeit unserer Natur sieht Gregor den Anlaß zur Herrschaft über das Unter-

worfene. Denn hätte der Mensch die Kraft des Pferdes oder einen mit Hufen und Klauen versehenen Fuß oder Hörner und Stacheln, so wäre er nicht nur tierisch, sondern würde sich auch um die Herrschaft über die andern nichts kümmern, da er der Beihilfe der Untertanen nicht bedürfte. So aber ist er auf diese angewiesen und verwendet sie zu verschiedenen Zwecken. Infolge der Langsamkeit und Schwerbeweglichkeit seines Körpers bedient sich der Mensch der Pferdes, infolge der Nacktheit seines Fleisches befleißigt er sich der Schafzucht. Da er nicht nach Art der Weidetiere Gras fressen kann, so machte er den Ochsen dem Leben dienstbar, der durch seine Arbeiten uns den Lebensunterhalt gewinnen hilft. Und da er auch Zähne und Gebiß brauchte, um irgend eins der andern Tiere zu bewältigen, so lieh der Hund ihm seinen Kinnbacken gleichsam als lebendiges Messer. Ferner unterwarf er die Lastträger unter den Tieren, um Lebensmittel aus der Fremde einzuführen. Statt des Krokodilpanzers legte er das Lederwamms an oder die eiserne Rüstung, und die Füße versah er mit Schuhen, da seine Fußsohlen empfindlich sind und leicht aufreiblich im Marsche. Überall wurde also die Dürftigkeit die Ursache des Fortschritts.

Aber trotz der Wehrlosigkeit und Schwäche des menschlichen Leibes sieht Gregor in ihm ein wundervolles, nach einem weisen Plane geschaffenes Kunstwerk. Er gibt eine ausführliche Beschreibung seines Baues und seiner Funktionen und setzt die Gründe auseinander, weshalb der Leib gerade so und nicht anders eingerichtet wurde. Von besonderem Interesse sind dabei seine Ausführungen über den Zweck der menschlichen Hand. Sie allein ermöglicht es, daß der Mensch ein vernünftiges, das heißt sprachfähiges Lebewesen ist. Denn wenn der Mensch die Hände nicht hätte, so wären ihm nach Art der Vierfüßer die Teile seines Gesichts dem Nahrungsbedürfnis entsprechend eingerichtet worden, so daß dessen Gestalt vorgestreckt und schnauzig sein würde, und die Lippen des Mundes wulstig, ungelenk und grob hervorragen würden, um zum Rupfen des Grases geschickt zu sein. Zwischen den Zähnen aber läge eine andere Zunge, etwa fleischig, zäh und rauh oder schlüpfrig und hin und her schlappend wie die der Hunde und der übrigen Fleischfresser. »Fehlten also dem Leibe die Hände, wie«, fragt Gregor, »würde dann in ihm eine artikulierte Stimme gebildet,

da ja die Einrichtung der Mundteile nicht für den Dienst des Lautes gestaltet wäre? Es müßte daher der Mensch jedenfalls entweder blöken oder meckern oder bellen oder wiehern oder Ochsen und Eseln ähnlich schreien oder ein anderes tierisches Gebrüll ausstoßen. Nun aber, da die Hand dem Leibe eingefügt ist, hat der Mund Muße zum Dienste des Wortes.« Es läßt sich hier eine gewisse Ahnung des Gesetzes von der Korrelation der Teile im Organismus, das Cuvier erst fünfzehn Jahrhunderte später entwickelte, nicht verkennen.

Gleich den beiden Kappadoziern hat unter den Kirchenvätern des vierten Jahrhunderts der von Basilius stark beeinflußte Ambrosius von Mailand, der Lehrer des Augustinus, die Verhältnisse der körperlichen Organisation des Menschen behandelt. In seinem Hexaëmeronkommentar nennt er den menschlichen Leib ein mikrokosmisches Abbild der Schöpfung, indem er das Haupt mit dem Himmelsgewölbe, die Augen mit Sonne und Mond, Haupt- und Barthaar mit der Pflanzendecke der Erde vergleicht. Er spricht ferner voll Bewunderung von der langgestreckten und zierlichen, zum Aufnehmen wohltuender Gerüche geeigneten Doppelhöhle der Nase und erkennt selbst in dem Schmutz der Ohren die Weisheit des Schöpfers, die dem Menschen das Ohrenschmalz verlieh, um die gehörte Stimme gleichsam fest zu binden, so daß die Annehmlichkeiten des Gehörten besser im Gedächtnis haften.

Auch der große Kirchenvater Augustin ist in seinem Werke »Über die Genesis nach dem Buchstaben« nicht achtlos an dem teleologischen Problem vorübergegangen. Er wirft hier die Frage auf, ob die giftigen und reißenden Tiere vor oder nach dem Sündenfall erschaffen worden seien und findet in jeder der beiden möglichen Antworten Schwierigkeiten. Wenn sie vorher erschaffen wurden, meint er, so könnte man an der Güte Gottes zweifeln, und wenn sie nachher erschaffen wurden, so widerspräche dies der schon früher, am siebenten Tage, eingetretenen Vollendung der Schöpfung. Weniger schwierig als Augustinus fand diese Frage der dem achten Jahrhundert angehörende angelsächsische Kirchenvater Beda der Ehrwürdige. Er ist nicht darüber im Zweifel, daß alle giftigen Pflanzen und reißenden Tiere erst nach dem Sündenfall erschaffen wurden. In seinem Buche »Von der Natur der Dinge« berichtet er, daß vor dem Sündenfall die Erde noch

kein Giftkraut hervorbrachte, nichts Ungesundes und keine unfruchtbaren Gewächse. Kein Wolf lauerte vor den Schafställen, keine Schlange fraß Staub, sondern alle Tiere nährten sich einträchtig von Kräutern und Baumfrüchten. Die Frage, warum dem sündlosen Menschen gleich nach seiner Erschaffung, Fische, Vögel und andere Tiere als Gegenstände der Beherrschung zugewiesen wurden, da Gott ihn doch zunächst zur Pflanzennahrung bestimmt hatte, beantwortet Beda dahin, daß Gott den spätern Sündenfall vorausgesehen und daher mit weiser Vorsorge dem Menschen diese lebendigen Gehilfen und Stützen seiner Existenz von vornherein beigegeben habe. Ferner gibt er zu erwägen, daß oftmals reißende oder giftige Tiere heiligen Dienern Gottes in der Wildnis Gehorsam bewiesen hätten.

Nächst der teleologisch-anthropocentrischen Auffassung ist die allegorisch-symbolische Auslegung des Genesisberichts ein den meisten Kirchenvätern gemeinsamer Zug. Hier vor allem ist der Einfluß des jüdisch-hellenischen Philosophen Philo nicht zu verkennen. Er macht sich bereits in der vororigenistischen Zeit geltend, indem z. B. Theophilus von Antiochia das Hervorgehen der Pflanzen aus dem Samen auf die Auferstehung, den göttlichen Segensspruch über die Tiere im Wasser auf das Sakrament der Taufe, die Seeungeheuer und Raubvögel auf habsüchtige und frevelhafte Menschen deutet. In viel weitgehenderem Maße aber wendet Origenes diese allegorische Betrachtungsweise an. Ihm bedeuten die Wassertiere, Kriechtiere und Vögel die guten und bösen Gedanken des menschlichen Herzens, und besonders versinnbildlichen ihm die großen Walfische arge Greuelgedanken oder verbrecherische Gelüste und Anschläge. Die biblischen Ausdrücke »Männlein und Fräulein« bezieht er auf den Geist und die sinnliche Seele im Menschen. Das Paradies ist ihm der selige Präexistenzzustand der menschlichen Seelen, dessen sie durch einen vorzeitlichen Sündenfall verlustig gingen, indem sie ihrer ursprünglichen Lichtnatur beraubt und als kalte Seelen in irdische Leiber gebannt wurden. Die irdischen Leiber sind unter den Röcken von Fellen zu verstehen, die Gott dem Menschen machte. Gegen diese allegorische Auffassung des Paradieses wandte sich im vierten Jahrhundert der syrische Bischof Johannes Chrysostomus. Diesem war das Paradies nicht eine Region abstrakter Geistigkeit, sondern eine wirkliche Stätte

der Wonne, deren Bebauung und Bewahrung dem Menschen von Gott aufgetragen wurde, damit er in dem paradiesischen Überfluß nicht müßig wäre, sondern nach des Schöpfers Bilde Nützliches arbeite und schaffe. Bei der Mehrzahl der Genesisausleger der nachorigenistischen Zeit aber spielt das allegorische Moment eine große Rolle. Nach Severianus von Gabala, dem jüngern Zeitgenossen des Chrysostomus, weisen die am fünften Tage erschaffenen Wassertiere auf die Täuflinge der Gemeinde Christi hin. Basilius der Große sieht in dem sagenhaft überlieferten, aber von ihm für tatsächlich gehaltenen ungeschlechtlichen Geborenwerden des Geiers eine Naturanalogie für die jungfräuliche Geburt Christi. Ambrosius von Mailand feiert die keusche Witwentrauer der Turteltaube und hält den Seidenspinner, den Vogel Phönix, das Chamäleon und den Schneehasen für Vorbilder der Unsterblichkeit der Seele. Den Höhepunkt dieser Betrachtungsweise aber bezeichnet wohl der dem siebten Jahrhundert angehörende Mönch Anastasius Sinaita. Ihm sind die Fische des Ozeans bald die in der Taufe gereinigten Christen, bald die stummen und dummen Heiden. In den großen Walfischen sieht er eine Hindeutung auf die großen Apostel, wie Paulus und Petrus, und in der Begattung von Schildkröte und Aal ein abschreckendes Bild der Verbindung von Ketzern mit dem Teufel.

Nicht weniger als in dieser allegorisch-symbolischen Auslegung des Genesisberichts zeigt sich der Einfluß Philos auf die kosmogenetischen Ansichten der Kirchenväter darin, daß sie die Welt und die in ihr lebenden Organismen durch Vermittlung des göttlichen Logos erschaffen werden lassen. Schon Theophilus von Antiochia sagt, daß die Worte »Lasset uns den Menschen machen nach unserem Bilde und Gleichnis« an niemand anderes als an den Logos gerichtet sein könnten. Und dieselbe Deutung dieser Worte finden wir bei Origenes und Athanasius. »Wenn Gott gebot und die Dinge geschaffen wurden«, fragt Origenes, »wer war dann wohl imstande, nach dem Sinne und in den Augen des Geistes, der durch die Propheten spricht, diesen Befehl des Vaters zu vollziehen, wenn nicht der, den ich das lebendige Wort und die Wahrheit nennen möchte? Und der in Jesus die Worte spricht: »Ich bin der Weg, die Wahrheit und das Leben.« Und bei Athanasius lesen wir: »Denn durch den Wink und die

Kraft des göttlichen und väterlichen Wortes, das alles beherrscht und regiert, dreht sich der Himmel, bewegen sich die Sterne, wandelt der Mond umher, scheint die Sonne und wird die Luft von ihr erleuchtet, wird der Äther erwärmt und wehen die Winde, stehen die hoch emporragenden Berge, wogt das Meer und werden die Tiere in ihm ernährt, bringt die in Ruhe verharrende Erde Früchte hervor, wird der Mensch gebildet und lebt und stirbt wieder und erhält überhaupt alles Leben und Bewegung, brennt das Feuer, kühlt das Wasser, sprudeln die Quellen, ergießen sich die Flüsse, treten Zeitabschnitte und Jahreszeiten ein, fällt der Regen herab, schwängern sich die Wolken, entsteht der Hagel, gefrieren Schnee und Eis, fliegen die Vögel, setzen die kriechenden Tiere sich in Bewegung, schwimmen die Wassertiere, wird das Meer beschifft, wird die Erde besät und grünt in den entsprechenden Zeiten, wachsen, keimen, reifen, altern und verwelken die Pflanzen.«

Aber auch der Logos schuf nach der Ansicht vieler Kirchenväter die organischen Wesen nicht direkt, sondern durch Vermittlung sekundärer Schöpfungsprinzipien, indem er in die materiellen Elemente Kräfte hineinlegte, durch die später die Organismen spontan entstanden. In den Worten vom Schweben des Geistes über den Wassern findet Johannes Chrysostomus eine Hindeutung auf eine gewisse, dem Wasser vom Schöpfer verliehene belebende Kraft, die das spätere Hervorgehen zahlloser Lebewesen aus dem Wasser anbahnte. Die Worte »das Wasser bringe hervor«, »die Erde bringe hervor« werden von ihm dahin gedeutet, daß bei Erschaffung der Tiere Wasser und Erde als sekundäre Schöpfungsprinzipien mitwirkten. Nur den Menschen ließ Gott ohne jede derartige Mitwirkung ins Dasein treten. Nach der Ansicht des Basilius entprangen Cikaden, Frösche, Mäuse und Aale direkt aus der Erde. Dem Monophysiten Johannes Philoponus beweist das massenhafte Auftreten von Fröschen und Mäusen im sogenannten Frosch- und Mausregen das Entstehen dieser Tiere durch Urzeugung. Sowohl aus faulender Erde als aus der Luft und aus andern Substanzen bilden sich ihm zufolge noch jetzt tausende von Tierarten ohne Zeugung von selbst. Isidorus Hispalensis läßt aus faulendem Kalbfleisch Bienen, aus Pferdefleisch Scarabäen, aus Maultieren Heuschrecken, aus Krebsen Skorpione hervorgehen.

Ganz besonders aber und in genialer Weise hat Augustinus diese Auffassung der sekundären Schöpfungsprinzipien auszubilden

versucht. In seinem Werk »Über die Genesis nach dem Buchstaben« lehrt er, daß die Welt nicht im fertigen, sondern in einem entwicklungsfähigen Zustand aus der Hand des Schöpfers hervorging. Gott hat die Lebenskräfte bereits anfänglich so ausgestattet, daß er im Lauf der Zeit zur Hervorbringung der höheren Entwicklungsstadien keiner erneuten Schöpfung bedurfte.

Augustin konstatiert für alle Organismen vier verschiedene Existenzweisen. Von Ewigkeit her waren sie in Gott vermöge der göttlichen Schöpfungsideen. Im Beginn der Zeit existierten sie kraft der Urpotenzen in den Elementen der Welt. Im Lauf der Zeit nahmen sie ihre vollendeten Formen an. Und erst aus dieser dritten Existenzweise ging als vierte die vermöge der Samen hervor.

Im Anfang der Welt waren die Organismen nach einer Beziehung hin vollendet, nach einer andern noch unvollendet. Vollendet, weil alles was zu ihrer Natur gehört, bereits in den Urpotenzen enthalten war, unvollendet, weil diese Potenzen erst im Laufe der Zeit an passenden Orten aus dem Verborgenen ins Offenbare treten sollten.

Um diese Auffassung zunächst für die Pflanzen zu begründen, bezieht sich Augustin auf folgende Stelle im zweiten Kapitel der Genesis: »Dies ist der Ursprung des Himmels und der Erde, da sie erschaffen wurden am Tage, da Gott der Herr machte Himmel und Erde und alles Wachstum des Feldes, ehedem es aufging in der Erde, und alles Kraut der Flur, bevor es keimte.« Er weist die Ansicht zurück, daß diese Stelle dahin auszulegen sei, die Pflanzen hätten, bevor sie aufgingen, bereits in Gott seit Ewigkeit vermöge der göttlichen Schöpfungsideen existiert. Denn es werde gesagt, die Pflanzen seien gemacht worden an dem Tage, da Himmel und Erde gemacht wurden, es handle sich also um eine zeitliche Existenzweise. Augustin verwirft ferner die Auslegung, die Erde habe zuerst die Samen der Pflanzenwelt hervorgebracht, die anfangs noch in der Erde verborgen gewesen seien, denn diese Auslegung steht ihm im Widerspruch mit dem mosaischen Bericht, wo es heißt: »Und die Erde brachte Gras hervor, das grünt und Samen trägt nach seiner Art, und Bäume, die Frucht tragen und alle ihren Samen haben nach ihren Arten.« Daraus folgt nach Augustin, daß die Samen aus den Bäumen und Kräutern entstanden, diese aber nicht aus den Samen, sondern aus

der Erde. Er selbst glaubt die in Frage kommende Stelle dahin deuten zu müssen, daß die Erde damals der Ursache nach Kräuter und Bäume hervorgebracht habe, d. h., daß die Erde die Kraft empfangen habe, sie hervorzubringen. »So war in ihr,« schreibt er, »bereits im Zeitenanfang gemacht worden, was erst im Lauf der Zeit erstehen sollte. Denn erst später pflanzte Gott das Paradies gegen Osten und brachte es aus der Erde hervor allerlei Bäume, schön zu schauen und lieblich zu essen, und dennoch darf man nicht sagen, Gott habe damals der Schöpfung etwas hinzugefügt, was er vorher nicht gemacht hatte.«

Dieselbe Entstehungsweise wie für die Pflanzen nimmt Augustin für die Tiere an. Auch sie gingen aus ursprünglich von Gott in die Materie gelegten Urpotenzen hervor. Andere Auffassungen bekämpft er, so die Annahme, daß Gott am fünften Tage, wo er das Wasser die Vögel hervorbringen ließ, nur deren Eier habe entstehen lassen. Wenn man diese Ansicht mit dem biblischen Text, der doch von der Erschaffung der Vögel selbst rede, durch die Erwägung in Einklang zu bringen versucht habe, der Flüssigkeit der Eier seien die Werdensbedingungen der Vögel bereits in unkörperlicher Weise eingewebt gewesen und so seien fürwahr am fünften Tag die Vögel selbst hervorgebracht worden, so könne man dies auch von der ursprünglichen potentiellen Existenzweise in den Elementen sagen.

Von den Insekten und andern Tieren kleinster Art nimmt Augustin an, daß sie nach ihrer potentiellen Erschaffung am sechsten Schöpfungstag später aus den verwesenden Körpern größerer Tiere aktuell entstanden. Auch jetzt finden seiner Meinung nach solche Urzeugungsprozesse noch statt, indem viele kleine Tiere aus krankhaften Feuchtigkeiten, aus Ausdünstungen der Erde, aus Leichen und aus verfaulten Hölzern, Kräutern und Früchten hervorgehen. Dies erscheint Augustin nur dadurch möglich, daß allen belebten Körpern bereits eine gewisse Naturkraft inne war und gewisse im voraus eingesenkte Urkeime zukünftiger Organismen, die aus der Verwesung solcher Körper durch die unaussprechliche Anordnung des Schöpfers entstehen sollten.

Wie Augustin die Tiere und Pflanzen nicht durch unmittelbares Handanlegen Gottes erzeugt werden läßt, so glaubt er auch nicht an die Formung des Menschen aus Lehm durch die

körperliche Hand Gottes. Ja, er nennt diese Auffassung geradezu einen kindischen Gedanken. Auch der Mensch entstand nach ihm durch eine geheime unsichtbare, durch Gott der Erde samenartig eingegebene Urpotenz. Wozu aber, fragt Augustin, sprach Gott: Seid fruchtbar und mehret euch, da doch Adam und Eva in jenem Urzustand weder hören noch verstehen konnten? Diese Worte, antwortet er, wurden überhaupt nicht gesprochen, sondern bedeuten den in menschliche Worte gekleideten Ausdruck des seit Ewigkeit her bestehenden Schöpfungswillens. Ebenso sind die Worte, daß Gott den Menschen angehaucht habe, nicht wörtlich aufzufassen. Sondern weil der vordere Teil des Gehirns, woraus alle Sinne entspringen, an der Stirn gelegen ist, deshalb heißt es, daß Gott dem Menschen in das Angesicht hauchte.

Dagegen ist die Erschaffung der Eva aus Adams Seite nach Augustin eine Erscheinung außer dem natürlichen Lauf der Dinge. Denn wir sehen, argumentiert er, belebtes und empfindendes Fleisch nur aus Wasser und Erde oder aus Strauchwerk oder Baumfrüchten oder aus dem Fleisch der Tiere oder infolge von Begattung erzeugt werden, kein Fleisch aber aus dem Fleisch eines beliebigen lebenden Wesens, das von ihm nur durch das Geschlecht unterschieden ist. Den Grund, warum Eva gerade so erzeugt wurde, findet Augustinus in einer vorbildlichen Bedeutung jenes Vorganges. ›Wie die Mutter der Lebendigen aus der Seite Adams hervorging, so ging die Kirche aus der geöffneten Seite des Heilandes, des zweiten Adam, als seine Braut und als wahre Lebensmutter hervor. Der Öffnung der Seite, dem Wahrzeichen des vollendeten Leidens des Herrn, verdankt sie ihren Ursprung.

Sieht man von dieser supranaturalistischen Ansicht über die Entstehung des Weibes ab, so ist ein gewisses Streben Augustins nach einer naturgesetzlichen Erklärung der biogenetischen Prozesse nicht zu verkennen. Und auch den andern Kirchenvätern, die sekundäre Schöpfungsprinzipien an die Stelle einer unmittelbaren göttlichen Erschaffung setzten, kann ein solches Streben nicht abgesprochen werden. Hat man doch sogar gewisse, wenn auch ganz entfernte Anklänge an die Descendenztheorie bei ihnen finden wollen, so namentlich in der von vielen Vätern vertretenen Ansicht vom Wasserursprung der Vögel. Das Wasser ist nach

dieser Ansicht der gemeinsame Entstehungsort der Fische und der Vögel, und es liegt hier die Vermutung nahe, daß die Väter dabei an das Hervorgehen der Vögel aus fischartigen Wassertieren gedacht haben. Ephräm, der syrische Kirchenvater des vierten Jahrhunderts, lehrte, die Vögel hätten sich scharenweise aus den Wellen ihres Urelementes in die Lüfte emporgeschwungen. Der etwas jüngere Bischof Severianus von Gabala ließ die Vögel aus Reptilien hervorgehen und brachte diesen Vorgang in Beziehung zur Taufe. So wie bei der Schöpfung aus häßlichen wasserbewohnenden Reptilien frei im Himmel einherfliegende Vögel würden, so rufe Gott bei der Taufe dem neugebärenden Wasser gleichsam zu: Es lasse das Wasser die aus sich hervorgehen, die Kriechtiere waren, nun aber lebendige Seelen sind. Nach Basilius dem Großen beruht die Entstehung der Vögel im Wasser auf einer gewissen Verwandtschaft zwischen Schwimm- und Flugtieren. Wie die Fische das Wasser durchschneiden und sich mittels der Flossen fortbewegen, so durchschwimmen die Vögel mit den Flügeln die Luft. Beide Gattungen haben daher die Fähigkeit zum Schwimmen gemeinsam und sind in dieser Beziehung verwandt. Auch bei Ambrosius von Mailand finden wir diese Ansicht. Er hebt zunächst hervor, daß die Wasservögel zu den Fischen im Verhältnis einer nähern Verwandtschaft stehen und dehnt dann diese Bemerkung auf die Vögel überhaupt aus, deren Fliegen durch die Luft ein Schwimmen sei. Weil nun bei beiden sich die gleiche Art und Gewohnheit finde, deshalb müsse kraft göttlichen Befehles ihr Ursprung der gleiche sein. Augustinus lehrt ebenfalls den Wasserursprung der Vögel, findet ihn aber durch die elementare Verwandtschaft des Wassers mit der Luft motiviert. In poetischer Weise hat endlich ein kirchlicher Dichter des fünften Jahrhunderts, Claudius Marius Victor aus Massilia, den Wasserursprung der Vögel besungen. In seinem Gedicht über die Genesis lesen wir die Verse:

»Und nicht genug, daß Fische in reichlicher Fülle dort wimmeln,
Daß sie mit schuppiger Haut an der obern Fläche sich tummeln:
Nein, erst flatternd im Wasser, wird allgemach droben im Äther
Zum Durchsegler der leichten Luft der gelehrige Vogel.«

Weit weniger als diese Lehre vom Wasserursprung der Vögel können andere Ansichten der Kirchenväter als evolutionistische Anklänge bezeichnet werden. So wenn der alexandrinische Monophysit Johannes Philoponus von der Fledermaus bemerkt, sie sei halb Vogel, halb Vierfüßler, oder wenn der Theologe Isidor von Sevilla aus Menschen Schweine, Wehrwölfe und Ohreulen hervorgehen läßt. Und auch das, was Gregor von Nyssa über das Ordnungsgemäße in der Entwicklung der organischen Wesen ausführt, ist nicht im Sinne einer evolutionistischen Herausbildung der höheren Formen aus den niederen, sondern nur in dem einer Aufeinanderfolge zu deuten. Doch sind die Spekulationen Gregors über diesen Punkt von hohem Interesse und erinnern an die aristotelischen Lehren von der Stufenleiter in der Natur. Der Nyssener sucht die Frage zu beantworten, warum das Sprossen der Erdgewächse der Erschaffung der Tiere und diese der des Menschen vorausging. Ihm scheint Moses hier eine verborgene Lehre anzudeuten und die Philosophie über die Seele geheimnisweise vorzutragen. In drei Unterschieden stellt sich nach Gregor die belebende und beseelende Kraft dar. Die eine ist nur mehrsam und nährsam und zeigt sich an den Gewächsen, die andere mehrt und nährt sich nicht bloß, sondern hat auch Sinnestätigkeit und Empfindung und ist in der Natur der Tiere, die dritte erblickt man in der vernünftigen menschlichen Natur, die sowohl sich nährt und empfindet, als auch an der Vernunft teil hat und mit Verstand waltet. Entsprechend diesen Unterschieden, meint Gregor, ist die Reihenfolge der Entstehung des Lebens auf der Erde. Unmittelbar nach der leblosen Materie läßt Mose gleichsam als Grundlage der Gattung der beseelten Wesen das pflanzliche Leben gegründet werden, das zunächst in dem Wachstum der Pflanzen besteht. Dann erst führt er die Entstehung der Empfindungsfähigen auf und zuletzt nach der Erschaffung der Pflanzen und Tiere die des vernünftigen Menschen. Denn der Mensch ist aus jeder Gattung der Seelen zusammengemischt. Er nährt sich nach Art der Pflanzenseele und empfindet nach Art der Tierseele, und dazu kommt die denkfähige Wesenheit, so daß in diesen Dreien der Mensch seinen Bestand hat.

Wie hier von Gregor der Stufengang der Natur zum Vollkommenen betont wird, so auch zwei Jahrhunderte später von

dem Monophysiten Johannes Philoponus, der im fünften Buch seines Werkes »Von der Weltschöpfung« die stetige Fortbildung der tierischen Organisation durch die Stufen der Wasser-, Luft- und Landtiere bis zum Menschen verfolgt.

Nächst der Art und Reihenfolge der Organismenbildung haben die Kirchenväter die Zahl der ursprünglich erschaffenen Individuen zum Gegenstand ihrer Spekulation gemacht und sind dabei zu verschiedenen Ergebnissen gelangt. Während Theodoret von Kyros, Procop von Gaza, Lactanz und andere von jeder Art nur ein einziges Paar als ursprünglich erschaffen annahmen, vertraten Basilius der Große, Gregor der Nyssener und Augustin die Ansicht, daß mehrere oder zahlreiche Individuen von jeder Art in das Dasein gerufen wurden. Nach Basilius entstand von jeder Spezies nur eine geringe Zahl Individuen, deren Vermehrung für die spätere Folge der Geschlechter aufgespart wurde, nach Augustin dagegen entstand eine große Menge. Daß bei den Landtieren und Pflanzen jedesmal beigefügt ist: »ein jegliches nach seiner Art«, beim Menschen aber nicht, wird von Augustin damit erklärt, daß der Mensch in einem einzigen Paar geschaffen wurde, die früheren Geschöpfe dagegen in zahlreichen Individuen.

Auch bezüglich des Alters, in dem die Organismen geschaffen wurden, gingen die Ansichten der Kirchenväter auseinander. Ephräm betonte das ausgewachsene und vollreife Insdaseintreten der Gewächse am dritten Schöpfungstage. Sofort bei ihrer Entstehung waren die Pflanzen mit Blüten und Früchten bedeckt und boten gleichzeitig ein frühlings- und herbstmäßiges Aussehen dar. Adam wurde nach Ephräm im reifen Mannesalter erschaffen, und in entsprechendem Alter ging Eva aus ihm hervor. Auch Augustin lehrte, daß der erste Mensch im reifen Jünglingsalter aus seiner Urpotenz hervorging. Allerdings hielt er mit Rücksicht auf die verhältnismäßige Seltenheit der Wunder eine natürliche, langsam fortschreitende Ausgestaltung der organischen Urpotenzen im allgemeinen für das Wahrscheinlichere und wollte es auch für Adam nicht ganz von der Hand weisen, aber die wunderbare plötzliche Ausgestaltung des ersten Menschen erschien ihm doch als das Glaublichere. Im Gegensatz dazu hatte früher Theophilus von Antiochia den Kindheitszustand des noch nicht gefallenen Adam betont.

Was die von dem Genesisbericht gelehrte Gottesebenbildlichkeit des Menschen betrifft, so bezieht sich diese nach vielen Kirchenvätern nur auf seine geistige Seite. Clemens von Alexandria, der Lehrer des Origenes, bestreitet ausdrücklich, daß sie den äußeren Bau und das äußere Aussehen der Menschen betreffe. Er kennt nur ein inneres geistiges Gottähnlichsein. Die menschliche Seele ist ihm das Produkt einer jedesmaligen göttlichen Einhauchung oder Einpflanzung in den Leibesorganismus, kein bloßes Zeugungsprodukt, aber auch nicht aus einem jenseitigen Präexistenzzustand in diese Erdenwelt herabgesandt. Ephräm setzte das göttliche Ebenbild im Menschen gleichfalls nicht in körperliche Vorzüge, sondern in die sittliche Freiheit und die Beherrschung der Kreaturen. Nach Gregor von Nyssa ist zwar die Gottebenbildlichkeit des Menschen auf das Geistesleben beschränkt, aber auch der Leib war urprünglich vollkommener, nämlich ungeschlechtlich, und die sexuelle Differenz trat erst infolge des Sündenfalles hervor, Augustin sieht in der gottähnlichen Seele des Menschen das eigentliche Leben des Leibes. Die menschliche Seele, lehrt er, ist weder Leben ohne Empfindung wie die Pflanzenseele, noch Leben ohne vernünftigen Geist wie die Tierseele. Passend heißt es, daß Gott den Menschen aus dem Lehm der Erde bildete. Denn wie das Wasser das Erdige zusammenführt, verbindet und zusammenhält, wenn durch Vermischung mit ihm der Lehm entsteht, so formt die Seele des Leibes die Materie zu harmonisierender Einheit zusammen und läßt nicht zu, daß sie zerfällt und sich auflöst. Die Menschenseele regiert nicht nur den Leib mit ihrer Verstandes- und Willenskraft, sie empfindet auch, wobei ihr der Leib wie ein Knecht dient. In ihr ist auch jene Kraft, durch die unsere Körper wachsen und Nägel und Haare hervorbringen. Sie ist das formgebende Prinzip des Leibes und bildet die materiellen Organe für ihre Zwecke sich selbst.

Es bleiben uns nun noch die Ansichten der Kirchenväter über die Sündflutlehre zu besprechen übrig. Die Schwierigkeiten, die dieser gegenüber stehen, blieben den Vätern keineswegs verborgen, und sie suchten sie soweit als möglich zu heben. So warfen sie die Frage auf, wie die Arche sämtliche Tierarten auf einmal zu fassen vermochte. Augustin antwortete darauf, daß die Elle zu Noahs Zeiten etwa sechsmal länger gewesen sei als

jetzt und also der ganze Archenbau sechsmal größer als der Wortlaut der Bibel angibt. Um zu erklären, wie diese kolossale Arche zustande kommen konnte, nahm Augustin an, Noah habe sich beim Bau auch von den Gottlosen, die später mit vertilgt wurden, helfen lassen. Nach Beda brauchte Noah wegen der Größe der Arche volle hundert Jahre, um den Bau zu vollenden. Die Frage, wo die Futtervorräte für die vielen Tiere der Arche hergekommen seien, beantwortete dieser Kirchenvater dahin, das Futter für einen Tag werde schon genügt haben, weil Gott die Tiere wohl alsbald in einen schlafähnlichen Zustand versenkt oder sonstwie auf wunderbare Weise für die Erhaltung während der Dauer der Flut gesorgt haben werde.

Auch Probleme tiergeographischer Art kamen bei der Sündflutlehre in Betracht. So erörtert Augustin die Frage, wie nach der Sündflut die von dem Landungsplatz der Arche Noah entfernten Inseln wieder mit den darin geretteten Tieren besetzt werden konnten. Für die dem Festland nähern Inseln hält er es für möglich, daß die Tiere durch Schwimmen dahin gelangt seien. Auf die entferntern Inseln wären manche Tiere wahrscheinlich durch den Menschen verpflanzt worden, der sie mitnahm, um sich von ihrem Fleisch zu nähren. Möglicherweise hätten sich auch Engel auf Befehl Gottes an der Besetzung ferner Inseln mit Tieren beteiligt. Wahrscheinlicher sei es jedoch, daß die Erde jener fernen Inseln die Macht behalten habe, alle ihre Tiere und Pflanzen nach der Sündflut neu hervorzubringen. In diesem Falle aber wäre der ganze Archenbau überflüssig gewesen, und die Geschichte von der Arche könnte nur als Gleichnis der Kirche aufgefaßt werden.

Interessante Betrachtungen über die große Flut und ihre Einwirkungen auf die Tierwelt finden wir auch bei Pseudoaugustinus, einem irischen Theologen aus der zweiten Hälfte des siebten Jahrhunderts. Er bemühte sich, alle außerordentlichen Vorgänge des biblischen Berichts als naturgesetzlich vermittelt zu denken und das Wunderbare darin möglichst zu beschränken. Um das Steigen der Gewässer zu ungeheurer Höhe und ihr nachheriges Zurückweichen begreiflich zu machen, erinnert er an das zeitweilige Steigen und Fallen der die britischen Inseln umgebenden Meere. Er kennt ferner die zerstörende Wirkung des Meeres auf die Festländer und knüpft tiergeographische Re-

flexionen daran. Daß in seiner Heimat Hibernien dieselben Tierarten — Wölfe, Hirsche, Wildschweine, Füchse, Dachse und Hasen -- vorkommen wie in benachbarten Ländern, glaubt er durch die Annahme eines ursprünglichen, durch das Meer zerstörten Zusammenhangs Hiberniens mit dem Festland erklären zu können. Doch will er auch die Annahme einer direkten Erzeugung dieser Tiere durch die Erde nicht als ganz absurd verwerfen. Auf die Frage, was wohl während der Flut mit den halben Wasserbewohnern, den Seevögeln, Ottern und Robben geschehen sei, antwortet er, daß sie möglicherweise außen auf dem Dach gesessen hätten. In allen diesen Erklärungen ist ein Streben nach naturgesetzlichem Verständnis der biblischen Erzählungen nicht zu verkennen, wie wir denn überhaupt vielen Kirchenvätern, trotz mancher phantastischer und kindlicher Vorstellungen, das Zeugnis nicht versagen dürfen, sich redlich, wenn auch vergeblich, um die naturwissenschaftliche Begründung der Genesislehren bemüht zu haben.

Die Bildung des Erdöls.

Von **C. Engler.**

In der seit etwa 20 Jahren lebhaft diskutierten Frage der Entstehung des Erdöls ist in neuester Zeit, insoweit es sich um die Beantwortung der Hauptfrage nach dem Ausgangsmaterial handelt, bis zu einem gewissen Grade eine Klärung eingetreten, die es als gerechtfertigt erscheinen läßt, über den Verlauf des Kampfes der verschiedenen Meinungen und Hypothesen eine Rückschau zu halten und zu zeigen, was dabei erreicht und wie weit man in der Erkenntnis der Erdölgenesis vorgeschritten ist.

Zur Orientierung über das, worüber die Geologen und die Chemiker, die sich mit dieser Frage befaßten, gegeneinander, aber auf jeder Seite auch untereinander gestritten haben, seien in der Kürze die Hauptansichten rekapituliert, welche Gegenstand der Diskussion gewesen sind[1].

Von Anfang an gab es Anhänger der Ansicht, daß das Erdöl kosmischen Ursprungs sei, daß es gewissermaßen aus dem Weltenraum sich verdichtet und auf unserem Planeten niedergeschlagen habe. Sokoloff[2] und Iwan Adaduroff[3] sind die Hauptvertreter dieser Annahme neuerer Zeit, wobei sich der letztere darauf beruft, daß in den Spektren der Kometen, Meteoriten und einer Reihe von Sternen Kohlenwasserstofflinien wahrgenommen worden sind. Mit dieser Annahme ist indessen nicht in Einklang zu bringen das Fehlen des Erdöls in den archäischen Schichten, das Vorkommen des Erdölgases unter gewaltigem Druck, die verschiedenen Kondensationstemperaturen der ein-

[1] Die fehlenden Literaturzitate finden sich ausführlich in meinen Arbeiten »Petroleum« II. 5 und Deutsche Festschrift zum Internat. Petroleum-Kongreß in Bukarest (1907). Beides auch als Sonderausgabe, Berlin Verl. f. Fachlit. 1907.

[2] Ber. d. öst. chem. Ges. 5, 94 (1892).

[3] Naphthe 10, 400 (1902).

zelnen Kohlenwasserstoffe des Erdöls u. a. m. Die kosmische Hypothese hat deshalb so viel wie gar keine Anhänger finden können und darf als aufgegeben gelten.

Vielgestaltiger sind die Ideen, welche man sich über den terrestrischen Ursprung, die Bildung des Erdöls in oder auf unserem Planeten, gemacht hat. Dabei sind es zwei prinzipiell einander gegenüberstehende Hypothesen, welche den Gegenstand des Kampfes der letzten zwei Jahrzehnte gebildet haben:

1. die Bildung aus den mineralischen Bestandteilen der Erde ohne oder unter Mitwirkung von Wasser, die sogenannte anorganische Hypothese, und

2. die Bildung aus pflanzlichen oder tierischen Resten, oder auch aus beiden, die organische Hypothese.

I. Die Bildung des Erdöls auf anorganischem Wege.

Der Vater dieses Gedankens ist, soweit bekannt, Alexander von Humboldt, der schon im Jahre 1804 gelegentlich seiner Wahrnehmung einer Erdölquelle in Südamerika unweit des Auftretens gewaltiger heißer Quellen den Schluß zog, daß das Erdöl ein Produkt der Destillation aus Urgestein immenser Tiefen, also vulkanischen Ursprungs, sei. Ähnliche Ansichten tauchten von da ab wiederholt auf, ohne daß man sich dabei genügend klar machen konnte, welchem chemischen Vorgang das Erdöl sein Dasein verdankt.

Eine bestimmte Erklärung dieses Vorganges hat zuerst Berthelot im Jahre 1866 gegeben mit der Annahme, daß sich durch Einwirkung von Kohlensäure auf freie Alkalimetalle (Kalium, Natrium) bei großer Hitze eine »Acetylsäure« und daraus durch Einwirkung von Wasserdampf Acetylen gebildet habe, woraus dann neben teerigen Produkten das Erdöl entstand. Byasson wies nach, daß durch Einwirkung von Wasserdampf, Schwefelwasserstoff und Kohlensäure auf heißes Eisen erdölartige Kohlenwasserstoffe gebildet werden und führte demgemäß die Bildung des Erdöls auf das Eindringen von Meerwasser zu dem feurigflüssigen Eisenkern des Erdinnern unter Mitreißen von Meerkalk zurück. Schon Kohlensäure und Wasserdampf allein sollen bei so hoher Temperatur geringe Mengen von öligen Kohlenwasserstoffen liefern.

Eine plausiblere Hypothese hat Mendelejeff im Jahre 1877 aufgestellt und durch Versuche gestützt. Er nimmt an, daß das Erdöl durch Einwirkung von Wasser auf heiße Metallkarbide im Erdinnern, besonders Eisenkarbid, entstanden sei, wobei sich Metalloxyde und Kohlenwasserstoffe bilden. Dieselbe Ansicht vertrat gleichzeitig und unabhängig von ihm Cloez, der ebenfalls erdölähnliche Produkte durch Einwirkung von Säuren oder Wasserdampf auf Kohlenstoffeisen (Spiegeleisen) erhielt und daraus auf die Erdölbildung schloß.

Mendelejeffs Hypothese fand sehr viele Anhänger sowohl bei den Geologen, unter denen wohl der Russe Abich der einflußreichste war, als insbesondere auch bei den Chemikern, unter diesen vor allem auch Moissan (der allerdings neben dieser anorganischen auch noch die organische Hypothese in besonderen Fällen gelten lassen wollte), so daß man sagen kann, daß diese Theorie vor etwa 20 Jahren die herrschende war. — In neuester Zeit ist dieselbe durch Charitschkoff durch die Annahme modifiziert worden, daß die Kohlenwasserstoffe sich durch Einwirkung von Salzwasser auf das Eisenkarbid bei gewöhnlicher Temperatur gebildet haben, wodurch der Einwurf zu hoher Temperatur, welche bei der Reaktion von reinem Wasser auf Eisenkarbid vorausgesetzt wird, beseitigt werden konnte.

Die bemerkenswerteste Form hat die anorganische Metallkarbidhypothese durch die Versuche und die daraus abgeleiteten Ansichten von Sabatier und seinen Mitarbeitern, Senderens und Mailhe, angenommen. Die beiden ersteren[1] stellten folgendes fest: 1. Leitet man Acetylen mit überschüssigem Wasserstoff bei gewöhnlicher oder mäßiger Temperatur über Nickel, so bilden sich neben Aethan flüssige erdölähnliche Nebenprodukte von der Beschaffenheit des pennsylvanischen — in der Hauptsache aus Methankohlenwasserstoffen bestehenden Erdöls. 2. Die durch Überleiten von Acetylen und Wasserstoff über Nickel bei 200 ° entstehenden Kohlenwasserstoffe geben bei weiterer Hydrierung mit überschüssigem Wasserstoff über Nickel ein dem kaukasischen Erdöl nahekommendes, in der Hauptsache aus Methankohlenwasserstoffen und Naphthenen bestehendes Produkt. 3. Wird das nach 1. dargestellte Produkt nachträglich mit überschüssigem

[1] Compt. Rend. 134, 1185.

Wasserstoff über Nickel oberhalb 300° hydriert, so resultiert ein Öl von der Beschaffenheit des galizischen Erdöls, welches dehydrierte Cyklohexane, also ungesättigte cyklische Kohlenwasserstoffe enthält. 4. Durch Überleiten von Acetylen mit unzureichendem Wasserstoff über Nickel erhält man ein Öl, welches zwischen dem pennsylvanischen und kaukasischen Erdöl steht. Aus diesen Versuchen wird die Annahme abgeleitet, daß das Erdöl in folgender Weise gebildet worden sei: Im Erdinnern entwickelten sich durch Eindringen von Wasser und Zusammentreffen mit den freien Metallen der Alkalien und Erdalkalien, bezw. deren Karbiden, Wasserstoff und Acetylen, welche Gase dann bei ihrem Empordringen durch Metalle, wie Nickel, Kobalt, Eisen, katalytisch vereinigt und je nach relativen Mengen- und Temperaturverhältnissen zu Erdölen verschiedenen Charakters umgewandelt wurden.

Auch diese vollkommenste der anorganischen Hypothesen, durch welche in verständlicher Weise die Entstehung der verschiedenartigen natürlichen Erdöle erklärt wird, erscheint neuerdings nicht mehr haltbar, weil damit eine plausible Erklärung für die Bildung der in den meisten Erdölen nachgewiesenen stickstoffhaltigen Basen nicht gegeben werden kann, vor allem aber auch, weil das bei fast allen natürlichen Erdölen konstatierte optische Drehungsvermögen nach den bis jetzt bekannten Tatsachen einem Aufbau aus inaktiven Ausgangsstoffen widerspricht. Insolange es deshalb nicht gelingt, die theoretisch zwar nicht als unmöglich zu bezeichnende, experimentell jedoch bisher wiederholt, aber vergeblich versuchte Synthese irgend einer Verbindung mit optischem Drehungsvermögen aus nicht aktivem Ausgangsmaterial durchzuführen, muß die Hypothese der Entstehung des Erdöls auf anorganischem Wege als unhaltbar bezeichnet werden.

II. Die Hypothese der Bildung des Erdöls aus organischen — pflanzlichen oder tierischen — Resten: „Organische Hypothese."

Waren die meisten Chemiker bald nach der Begründung der Mendelejeffschen Hypothese geneigt, der Annahme einer Bildung des Erdöls aus anorganischem Material den Vorzug zu geben, so muß anerkannt werden, daß die Geologen mit weit größerer Zähigkeit an der Auffassung der Erdölbildung aus organischem

Material festhielten. Es war dies nach dem damaligen Stand unserer Kenntnisse von der Beschaffenheit und der Bildung unserer Erdschichten nur natürlich. Denn sah sich der Chemiker angesichts der Unmöglichkeit, für die Umwandlung abgestorbener pflanzlicher und tierischer Gesamtorganismen eine einwandfreie Erklärung zu geben, zu der Auffindung anderer Hypothesen, anderer Muttersubstanzen des Erdöls als jene Reste organischen Lebens gedrängt, so wurde der Geologe, je mehr er die Verhältnisse des Auftretens des Erdöls in der Natur verfolgte und in seinen Einzelheiten kennen lernte, zu der Annahme geführt, daß es Reste pflanzlicher und tierischer Gebilde gewesen sein mußten, denen das Erdöl seine Entstehung verdankt. Ganz besonders ist es H. Höfer gewesen, der in jener Zeit, vor jetzt über zwei Jahrzehnten, die organische Hypothese erfolgreich verteidigte und unter Anführung durchschlagender geologischer Gründe für die Richtigkeit derselben eintrat. Dem damaligen Stande unserer Kenntnisse entsprechend sprach er sich für tierischen Ursprung aus.

So waren es in erster Reihe die Ergebnisse geologischer Forschung, welche zu der Annahme führten, daß tierisches Rohmaterial das Substrat für die Bildung des Erdöls abgegeben habe und die mich vor jetzt 20 Jahren vor die Frage stellten, wie denn überhaupt, das heißt durch welche Metamorphosen sich aus Tierleichen Petroleum bilden könne; war es doch für den Chemiker nicht zu verstehen, wie aus der stickstoffreichen Tiersubstanz das nach damaligem Stand unserer Kenntnisse zumeist stickstoffreie oder doch sehr sticktoffarme Erdöl entstanden sein solle, während man andererseits wußte, daß bei der Zersetzung tierischer Stoffe durch Erhitzen stets ein an stickstoffhaltigen organischen Basen reiches Öl erhalten wird, wovon ich mich auch durch Destillation von getrockneten Fischen und Muscheln überzeugt hatte.

Diese Tatsache in Verbindung mit der weiteren, daß Fette und Wachse, auch tierische Fette, sich durch große Beständigkeit auszeichnen — man denke an die Fettreste fossiler Knochen, ferner an Adipocire (Leichenwachs) u. a. — führte mich auf den Gedanken, daß man bei der Metamorphose der Erdölbildung aus tierischem Material zwei Phasen unterscheiden müsse: Die Zerstörung und Beseitigung der stickstoffhaltigen Substanzen und

anderer Nichtfettstoffe durch fermentative Wirkungen (Fäulnis) und darauf erst die Überführung der Fettreste in Erdöl.

Und in ähnlicher Weise dürften sich auch die pflanzlichen Reste verhalten haben: zuerst Zersetzung der Cellulose, Porteine und ähnlicher Stoffe durch Fermentwirkungen — eine Annahme, für deren Richtigkeit ich in dem hohen Gehalt und der Anreicherung des Fettes in der auf Anregung Prof. Potoniés untersuchten Wasserblüte, einer Ölalge, des Wannsee bei Berlin in neuester Zeit eine experimentelle Stütze gefunden habe —, worauf dann der Übergang dieser Fettreste in Erdöl einsetzte.

Durch Erhitzen verschiedener tierischer, später auch pflanzlicher Fette, auch des obigen Algenfettes, konnten sowohl unter Druckdestillation, als auch durch Erhitzen ohne Destillation Produkte erzeugt werden, in welchen alle wesentlichen Kohlenwasserstoffe des Erdöls nachzuweisen waren.

Nachdem durch die vorstehenden Betrachtungen und Experimente die Bildungsmöglichkeit von Petroleum aus organischen Resten von chemischen Gesichtspunkten aus dargetan war, wandten sich auch die meisten Chemiker wieder von der Mendelejeffschen Hypothese ab und der organischen zu.

Bald darauf setzte aber eine neue Diskussion ein über die Frage, ob pflanzliche oder tierische Reste das Material für die Bildung des Erdöls geliefert haben.

Bei der vegetabilischen Hypothese hat man zu unterscheiden zwischen den älteren Ansichten, nach denen eine Makroflora des Binnenlandes, beziehungsweise daraus gebildete Kohlen (Steinkohlen usw.) das Rohmaterial abgaben und der neueren, in erster Reihe auch durch G. Krämer vertretenen Annahme, wonach es ganz besonders Wasser- und Sumpfpflanzen (Algen usw.), auch Diatomeen usw. gewesen sind, aus denen das Erdöl entstanden ist. Mußte unter dem Gewichte sowohl geologischer als chemischer Gründe jene ältere Annahme aufgegeben werden, so läßt sich die Möglichkeit der Bildung des Erdöls nach der neueren Annahme, das heißt aus Algen, Diatomeen usw. nicht bestreiten und die namhaftesten Forscher, welche sich mit dieser Frage befassen, neigen derzeit zu der Ansicht, daß tierische und pflanzliche Stoffe als Rohmaterial des Erdöls anzunehmen sind.

Aber auch für die Annahme tierischer Reste als Ausgangsmaterial darf nicht in erster Linie die Makrofauna in Anspruch

genommen werden, sondern vor allem auch die Mikrofauna des Meeres und brakischer Wasser in der Nähe des Meeres, in Buchten und Seen. Der Einwand fehlender tierischer Massenreste ist hinfällig angesichts der gewaltigen Ablagerungen solcher Reste verschiedenster Art wie Foraminiferenschlamm, Korallenstöcke, Radioarienschlamm, Schneckensand, Fischschiefer usw. und der massenhaften marinen Weichtiere, des Planktons u. a., die das Meer beleben, deren sichtbare Reste aber naturgemäß fehlen, die indessen geradeso gut, wie nur unter besonderen Verhältnissen ein relativ kleiner Teil der Flora früherer Epochen zu Steinkohle wurde, auch nur unter besonderen Bedingungen und zum kleinsten Teil der Gesamtfauna jener Vorzeiten in Bitumen und schließlich in Erdöl übergingen.

Es darf als selbstverständlich gelten, daß die »Fettstoffe« im weitesten Sinn, also feste und flüssige Fette (Öle), Wachse und Fettwachse, zu der Bitumen- und Erdölbildung heranzuziehen sind und daß zu diesen auch noch andere Dauerstoffe der Pflanzen- und Tierwelt, wie Harze, Balsame usw., worauf besonders Zaloziecki hinweist, ferner nach Neuberg Fettsäuren, die sich aus Proteinstoffen gebildet haben, endlich auch Cholesterine, Gerbsäuren usw. hinzutreten; Hauptsache bleibt: die stickstoffhaltigen Stoffe durch vorausgehende Fäulnis auszuschalten, weil fast immer nur minimale Mengen Stickstoff in den Erdölen enthalten sind und ebenso die Kohlenhydrate (Cellulose, Stärkemehl usw.), weil diese bei der Bituminierung Kohle ausscheiden, die weder im Erdöl enthalten ist, noch auch als fossile Kohlenlager in genetischer Beziehung zu dem Vorkommen des Erdöls in der Natur steht.

III. Die chemischen Vorgänge bei der Bildung des Erdöls aus organischen Resten.

Die Betrachtungen über die Art und Weise, nach welcher die organischen Reste in Erdöl übergehen, können verschieden ausfallen, je nachdem sie von geologischen oder von chemischen Gesichtspunkten aus angestellt werden. Von den geologischen Ableitungen verdienen die Ansichten G. Krämers und später Potoniés besondere Beachtung. Nach letzterem bilden sich aus den Resten (auch Exkrementen) von Wassertieren und -pflanzen die sogenannten Sapropel- oder Faulschlammgesteine.

Das Ganze gibt zunächst »ein naßschlüpfriges, gleitendes, fließendes Material, meist von dunkler Farbe, oft reich an Kohlenstoffverbindungen oder fast nur aus diesen bestehend«. Auf Veranlassung Potoniés habe ich das Ausgangsmaterial solchen Schlammes aus dem Wannsee in geeigneter Weise der Druckdestillation unterworfen und dabei ein petroleumartiges Öl gewinnen können.

Allmählich werden diese Schlammassen hart und bilden bituminöse Kalke, Mergel, Schiefer, Ölkohlen (Boghead), die an verschiedenen Orten auf erdölähnliche Mineralöle durch trockene Destillation verarbeitet werden. Aus jenen bituminösen Gesteinsablagerungen bildet sich auch das Erdöl.

Diese Darstellung des Werdegangs der Erdölbildung mag im ganzen richtig sein, sie stimmt in der Hauptsache mit unseren früheren Annahmen überein und befriedigt wohl auch in der Hauptsache das geologische Interesse. An den Chemiker treten nun aber weitere Fragen über die inneren Vorgänge der Umwandlung des Ausgangsmaterials in Petroleum heran, deren Beantwortung man von ihm mit Recht erwartet; denn mit der Erklärung des Werdeprozesses als eines »Bituminierungsvorganges« darf er sich nicht zufrieden geben. Was ist aus der Substanz der Pflanzen- und Tierleichen geworden, indem sie in Faulschlamm übergegangen ist, nach welchen chemischen Reaktionen ist die Umwandluug derselben in Erdöl vor sich gegangen? Das ist die Frage, die wir vor allem zu beantworten haben.

Nach den schon weiter oben gemachten Ausführungen bestand die erste Phase des Bituminierungsvorganges in einem Fermentations-, einem Fäulnisprozeß, zufolge dessen die pflanzlichen Zellsubstanzen und die Eiweißstoffe in der Hauptsache, die letzteren wenigstens als solche, verschwanden; nur die Fettstoffe und geringe Mengen anderer Dauerstoffe, darunter möglicherweise auch Fettsäuren aus den Eiweißkörpern, blieben zurück.

Als zweite Phase, die aber teilweise auch schon neben der ersten hergegangen, möchte ich für diejenigen Fettstoffe, welche aus Glyceriden bestehen, die Verseifung der letzteren unter Ausscheidung freier Fettsäuren verstehen, sei es durch die Wirkung von Wasser oder von Fermenten, oder durch beide. Ob auch die Wachse oder andere Ester vor ihrem weiteren Abbau im Bituminierungsprozeß zu freien Säuren oder Alkoholen verseifen,

muß fraglich bleiben und wird von deren chemischer Natur abhängen. Für ihre teilweise große Beständigkeit spricht der Nachweis von Resten derselben in Erdöl durch Krämer.

Was nun als dritte Phase folgt, muß wohl eine Abspaltung von Kohlensäure (aus den Säuren bzw. deren Estern) und von Wasser (aus Alkoholen, Oxysäuren usw.) gewesen sein unter Zurücklassung von hochmolekularen Kohlenwasserstoffgemischen oder Zwischenprodukten (Gemische von Kohlenwasserstoffen, Säuren, Estern), wie solche von vielen Chemikern in gewissen festen und halbfesten Bitumen (Seeschlickbitumen, Erdwachs, Bitumen des Reutlinger Schiefers usw.) erblickt werden. Ob man dabei eine Wirkung von Fermenten oder aber eine unter gewöhnlichen Bedingungen von Druck und Temperatur mit der Zeit von selbst verlaufende, also Energie erfordernde Reaktion, oder endlich eine durch die gesteigerten Faktoren von Druck und Temperatur verlaufende gewaltsame Reaktion anzunehmen hat, muß dahingestellt bleiben. Als einziges Analogon der Bildung von Kohlenwasserstoffen aus entsprechenden Säuren durch Fermentwirkung ist bis jetzt, abgesehen von der Entwicklung des Sumpfgases, die Umwandlung von Zimmtsäure in Styrol bekannt; eine Fermentwirkung in diesem Stadium darf deshalb nicht als wahrscheinlich gelten.

Mit dieser im wesentlichen von Krämer und von mir vom chemischen Standpunkte aus stets vertretenen Auffassung über die Abbaustadien der organischen Restsubstanz, hier also im wesentlichen einer erstlichen Abspaltung von Kohlensäure aus den Carboxylgruppen derselben, stehen die neuesten sehr wichtigen Befunde Stremmes und Spätes[1] über die Elementarzusammensetzung verschiedenaltriger bituminösen Gesteine in ganz vortrefflicher Übereinstimmung. Sie finden für Sapropel-(Faulschlamm-)Gesteine — und um diese nur handelt es sich nach Potonié für dieses Zwischenstadium der »Bituminierung« bei der Erdölbildung — die folgenden Prozentgehalte an Kohlenstoff und Wasserstoff mit zunehmendem Alter der Schichten:

	% C	% H	H auf C = 100
Quartär	50—57	6—7	12
Tertiär	65	8,5—9	13
Mesozoikum . . .	69,5—76	8,5—12	14
Paläozoikum . . .	75—83	7,5—10	11

[1] Zeitschr. f. angew. Chem. 1907, 1842.

Die aus Sumpf- und Landpflanzen entstandenen Humusgesteine, von denen der Torf einer Neubildung, die Braunkohle und die Steinkohle den fossilen Formen entsprechen, zeigen in ihrem Abbau das umgekehrte Verhältnis von Kohlenstoff und Wasserstoff, wie folgende Zusammenstellung (a. a. O.) zeigt:

	% C	% H	H auf C = 100
Quartär	50—60	5—6	10
Tertiär	60—75	4—6	7,5
Mesozoikum . . .	75—87	4—5	5,5
Paläozoikum . . .	80—95	1,5—6	4

Diese beiden Tabellen von Stremme und Späte sind überaus lehrreich, sie lassen erkennen, daß dem Abbauprozeß der das Erdöl bildenden Bitumen, den Sapropel- oder Faulschlammgesteinen, mehr fettartiges Rohmaterial, also Fette, Öle und Wachse, zugrunde liegen müssen, während das Rohmaterial für die Steinkohle usw. die Substanzen der Pflanzenfaser, also Cellulose, Stärkemehl, Zucker, Gummi usw. abgegeben haben. Zufolge des Gehalts an Carboxylgruppen (CO_2H) in den ersteren und der Hydroxylgruppen (OH) in den letzteren findet in der Hauptsache dort (Bituminierung der Fettstoffe) Abspaltung von Kohlensäure, hier (»Inkohlung« der Kohlenhydrate) Abspaltung von Wasser statt und nimmt dort der Wasserstoff gegenüber dem Kohlenstoff mehr und mehr zu bis zur Endbildung eines Kohlenwassertoff-Restes, während hier der Wasserstoff gegen den Kohlenstoff ganz rapid abnimmt bis zur Endbildung der Kohle, eine Auffassung, die ich von Anfang an (1888) vertreten habe. Schon ein einfacher Vergleich der Elementarformeln eines Fettes (Stearin mit nur 11 % Sauerstoff, und eines Kohlenhydrates (Cellulose mit 49½ % Sauerstoff) läßt diesen großen Unterschied im darauffolgenden Abbau (CO_2 bzw. H_2O-Abspaltung) erkennen.

Daß neben der Kohlensäureabspaltung bei der Bituminierung der Fett- und Wachsreste durch inneroxydierende oder luftoxydierende Einwirkungen je nach den lokalen Verhältnissen auch noch Wasserstoff und Kernkohlenstoff oxydiert werden können, ist selbstverständlich und ebenso, daß ceteris paribus bei dem Abbau der Inkohlung der Kohlenhydrate zu Kohle auch Kohlensäure gebildet wird.

Das Bitumen unserer fossilen Kohlen muß deshalb auch vom chemischen Standpunkt aus betrachtet werden nicht als ein nor-

maler Rest des Pflanzenzellstoffs (Holz usw.) gleich der Kohle selbst, sondern als eine Beimischung, die sich neben der Kohle aus Fett- und Wachsstoffen der Pflanzen oder, je wieder nach lokalen Verhältnissen, aus beigemischtem tierischem Material oder aus beiden gebildet hat.

In ähnlicher Weise dürften viele unserer Bitumen noch Kohlenhydratreste einer Mikroflora enthalten, die aber mit der Zeit durch Fermentation oder Oxydation bei denjenigen verschwunden gewesen sein müssen, welche ohne nennenswerte Ausscheidung von Kohle in Erdöl übergegangen sind. Zur Entscheidung dieser Frage wäre es wichtig, zu untersuchen, ob nicht da oder dort auf primärer Lagerstätte des Erdöls oder in nachweisbarer Verbindung damit kohlenstoffreiche oder kohlige Imprägnationen (keine Kohlenlager!) nachweisbar sind.

Nun folgt die Bildung des flüssigen Erdöls, das vorerst als »Protopetroleum« bezeichnet sein mag, aus den festen und halbfesten hochmolekularen Bitumen. Da es sich dabei um die Spaltung hochmolekularer Kohlenwasserstoffe bzw. eines Gemisches dieser mit noch sauerstoffhaltigen Zwischenprodukten vorhergehender Phasen handelt, muß eine gewaltsame Reaktion angenommen werden. Fermentative Wirkung erscheint ausgeschlossen, denn da dabei sehr leichtflüchtige bis gasförmige Produkte entstehen, die großenteils unter hohem Druck in den natürlichen Erdöllagerstätten eingeschlossen sind und die bei ihrer Bildung mit der Luft nicht kommuniziert haben können, weil sie sonst entwichen sein müßten, so haben wir diesen Vorgang in große Tiefen zu verlegen, in denen nach bisherigen Erfahrungen bakterielle Tätigkeit an sich schon, außerdem aber auch durch dort herrschende hohe Temperatur, durchaus unwahrscheinlich ist.

Bei dieser Bildung des Protopetroleums durch eine gewaltsame Reaktion haben wir uns aber nicht, in pedantischer Übertragung des Laboratoriumsexperiments auf die Natur, eine Druckdestillation gewöhnlicher Art zu denken. Eine solche kann ja wohl verlaufen und wird vielleicht je nach lokalen Verhältnissen da oder dort stattfinden; sie kann aber auch in der Weise vor sich gehen, daß eine kaum merkliche Dislokation, eine Wanderung der Spaltungsprodukte in benachbartes poröses Gestein, oder auch gar keine Ortsveränderung erfolgt, denn wiederholt habe ich durch Versuche bewiesen, daß die Zersetzung von Fettstoffen

oder schon bituminierten organischen Resten (Reutlinger Schiefer) in Petroleum auch ohne eigentliche Destillation möglich ist. Worauf aber Wert gelegt werden muß, das ist, daß wir es in dem Stadium der Bildung des Protopetroleums mit einer gewaltsamen, unter Aufwand von Energie erfolgenden Reaktion zu tun haben; und wiederholt sei auch jetzt wieder betont, daß dabei keineswegs die hohen Temperaturen notwendig vorausgesetzt werden müssen, wie sie bei dem rasch verlaufenden Laboratoriumsexperiment unerläßlich sind, daß vielmehr auch hierbei hohe Temperatur und Zeit sich kompensieren, dieselbe Reaktion also auch fast in unendlich langen Zeitperioden bei wenig gesteigerter Temperatur verlaufen kann. Nicht das gleiche gilt vom Druck, wie vielfach fälschlich angenommen wird, denn verstärkter Druck kann niemals die Temperatur direkt kompensieren, er wirkt vielmehr der Temperatur und also auch der hierbei vorausgesetzten Reaktion entgegen. Wie im Druckrohr beim Laboratoriumsversuch verhindert der Überdruck auch bei dem natürlichen Vorgang nur das Entweichen und die Weiterbildung der bei niederen Temperaturen entstehenden leichtflüchtigen Spaltprodukte und die vollständige Zersetzung z. B. eines Fettes oder Bitumens in dieser Richtung unter starker Verkohlung, und ermöglicht andererseits die Erhitzung des Materials auf diejenige Temperatur, bei welcher die Spaltung in anderer Richtung, in unserem Falle unter Bildung des Protopetroleums, ohne Ausscheidung von Kohle erfolgt.

Welcher Natur müssen nun aber die gebildeten Spaltungsprodukte sein? — Selbst für den Fall, daß das Ausgangsmaterial ein Gemisch hochmolekularer gesättigter Kohlenwasserstoffe wäre, müßten neben gesättigten auch ungesättigte Spaltstücke entstehen, ist ja doch bekannt, wie auch reines Paraffin bei der Druckdestillation unter Bildung großer Mengen niedermolekularer gesättigter und ungesättigter Kohlenwasserstoffe zerfällt; in analoger Weise verhalten sich gesättigte hochmolekulare Fettsäuren.

Schon der Umstand, daß natürliche Erdöle wie das pennsylvanische und andere so große Mengen niedermolekularer Kohlenwasserstoffe enthalten, daß eine Bildung derselben aus relativ ebenso großen Mengen natürlicher Fette oder Wachse mit entsprechend niedriger Kohlenstoffatomzahl der diese Ester bildenden Fettsäuren nicht angenommen werden kann, macht die Annahme einer Zersplitterung hochmolekularer Verbindungen durch eine

gewaltsame Reaktion und damit die Bildung ungesättigter Kohlenwasserstoffe zur Notwendigkeit.

Es folgt hieraus aber die weitere notwendige Annahme, daß mit den in dem Protopetroleum enthaltenen ungesättigten Kohlenwasserstoffen ein langsam verlaufender Prozeß der Polymerisation und der gegenseitigen Addition verläuft, zufolge dessen sich wieder hochmolekulare Kohlenwasserstoffe — natürlich nicht die vorher vorhanden gewesenen —, also Schmieröle bilden. Daß diese letzteren je nach den in der Natur lokal vorhandenen äußeren Bedingungen teilweise auch noch direkte Abbauprodukte, sei es der gewaltsamen Reaktion selbst oder des vorausgehenden Abbaustadiums, sein können, soll auch hier wieder ausdrücklich betont sein. — Eine Selbstpolymerisation bzw. Selbstaddition der bei der gewaltsamen Zersetzung (Druckdestillation) von Fettstoffen erhaltenen künstlichen Erdöle habe ich durch die stetige, wenn auch sehr langsame Zunahme ihres spezifischen Gewichts übrigens nachgewiesen und in gleicher Weise an den durch gewaltsame Zersetzung hochmolekularer Teile des Erdöls gebildeten Kohlenwasserstoffgemischen, den Crackingölen, deren spezifisches Gewicht nach ihrer Bildung durchweg zunimmt.

Auch die Elementarzusammensetzung der Schmieröle als ungesättigter Kohlenwasserstoff[1] spricht für die obige Auffassung.

Es bedarf wohl keiner besonderen Erinnerung daran, daß auch ungesättigte hochmolekulare Kohlenwasserstoffe oder Säuren durch destruktive Erhitzung unter Bildung gesättigter Spaltstücke, neben ungesättigten, zersetzt werden können, wie ich dies schon vor geraumer Zeit durch Druckdestillation von Ölsäure bzw. Ölsäureglycerid nachgewiesen habe.

Über die Bildungsweise der Naphthene, die in verschiedenen Ölen, wie z. B. dem Erdöl von Baku, besonders reichlich auftreten, haben wir verhältnismäßig noch wenig sichere Anhaltspunkte. Möglich, daß sich Naphthene zum Teil aus Rohmaterial bilden, in welchem hydrierte cyclische Kohlenwasserstoffgruppen enthalten sind; mehr Wahrscheinlichkeit spricht dafür, daß sie durch Umlagerung aus ungesättigten, z. B. Aethylen - Kohlenwasserstoffen entstanden sind, eine Ansicht, die schon in einer im

---

[1] Engler und Jezioranski, Ber. d. D. chem. Ges. 28 (1895), S. 2504.

Jahr 1889 erschienenen Arbeit von Engler und Seidner[1] vertreten wird und wofür die Versuche von Aschan der Umwandlung von Amylen in ein Naphthen unter Mitwirkung von Aluminiumchlorid, sowie die in meinem Laboratorium gelungene Überführung von Propylen zum Teil in Trimethylen durch Erhitzen und andere Versuche[2], sprechen.

IV. Über den Ursprung der optischen Aktivität des Erdöls.

Durch das Studium der optischen Aktivität der Erdöle ist auch die Frage der Ausgangsstoffe in ein neues Licht gerückt worden. Ähnlich wie man z. B. von den natürlichen Fundstätten des Nephrits auf die ursprünglichen Wohnsitze der Völkerschaften, die diesen Stein zu verschiedenen Zwecken mit sich führten, geschlossen hat, so geben auch die Beimischungen, welche die optische Aktivität der Erdöle bedingen, einen Fingerzeig für die Rohmaterialien, denen dieselben entstammen. Gelingt es also, mit Sicherheit festzustellen, welcher Natur und damit Herkunft diese aktiven Beimischungen sind, so ist damit auch die Genesis des Erdöls entschieden.

Abgesehen von Biot[3], welcher schon im Jahre 1835 eine »Naphthe« mit auffallend starker Linksdrehung, die aber, wenn sie überhaupt Erdöl war, eine Anomalie darstellt[4], aufgefunden hatte, war Sotsien (Ghem. Zentralblatt, 1898, II, 455) der erste, welcher die Rechtsdrehung von Petroleumölen beobachtete, und man verdankt es der Anregung Waldens, daß diese Verhältnisse von Rakusin, Marcusson u. a. eingehender studiert wurden. Es ergab sich dabei die merkwürdige Tatsache, daß alle aktiven Erdöle das polarisierte Licht nach rechts drehen.

Drei Annahmen sind es vor allem, durch welche dieses merkwürdige einseitige Verhalten der Erdöle sich deuten läßt:

1. Durch Autoaktivierung, wobei man sich denken könnte, daß nach der Zertrümmerung tierischer und pflanzlicher Fette und Wachse bei dem während Jahrtausenden, also fast unendlich langsam verlaufenden Wiederaufbau der Spaltstücke zu den

---

[1] Dingl. Polyt. Journ. 271 (1889), S. 16.

[2] Siehe »Petroleum« II, S. 915. Sonderausgabe S. 23.

[3] Mém. de l'Acad. 1835, S. 140.

[4] »Petroleum« II, 1907, S. 1022. Sonderausgabe S. 41.

Additions- und Polymerisationsprodukten der Schmieröle durch asymmetrische, also einseitige physikalische Einwirkungen kosmischer oder terrestrischer Art — analog den biologischen Einflüssen bei der Bildung optisch aktiver Stoffe in der Lebewelt der Pflanzen und Tiere — eine Bildung vorwiegend rechtsdrehender Öle stattgefunden habe. — Über die Berechtigung einer solchen Annahme findet zur Zeit noch eine lebhafte Diskussion statt, die noch nicht abgeschlossen ist. Haben sich auch experimentelle Stützen für die Bildung der aktiven Bestandteile des Erdöls auf diesem Wege bis jetzt noch nicht finden lassen, so darf doch die Hoffnung nicht aufgegeben werden, daß gemäß den ursprünglichen Voraussetzungen Van't Hoffs und Le Bels schließlich auch noch die künstliche Synthese optisch aktiver Substanzen durch irgend welche polare Einwirkungen gelingen werde. Hierauf beruht derzeit noch der letzte Hoffnungsanker zur Rettung der anorganischen Bildungshypothese, denn da es ausgeschlossen ist, daß bei der hohen Temperatur der Zersetzung der Metallkarbide mit Wasser sich optisch aktive Körper bilden können, ließe sich die optische Aktivität der Erdöle nur unter der Annahme einer Autoaktivierung während des bei niederen Temperaturen vor sich gehenden Aufbaues höhermolekularer Produkte aus niedermolekularen Komponenten erklären.

2. Durch fermentative Wirkung, wobei entweder durch Vernichtung der linksdrehenden Antipoden aus organischen Resten stammende Racemate rechtsdrehende Restteile hinterlassen, oder durch biologische Tätigkeit von Bakterien usw. aus inaktivem oder aktivem tierischen und pflanzlichen Rohmaterial vorwiegend rechtsdrehende Produkte gebildet worden sein könnten. Eine derartige Wirkungsweise kommt aber höchst wahrscheinlich schon deshalb nicht in Betracht, weil sie sich in solchen Tiefen und bei Temperaturen abgespielt haben müßte, die eine fermentative Tätigkeit ausschließen. Noch weniger ist sie für die anorganische Hypothese heranzuziehen, weil die mit deren Annahme verbundenen Kohlenwasserstoffe Antiseptika sind (Toluol, Petroleum etc.), bei denen eine bakterielle Tätigkeit also nicht einsetzen kann.

Immerhin ist aber von Interesse, durch die Untersuchungen Neubergs[1] zu wissen, daß die Bildung optisch aktiven Erdöls aus

[1] Biochem. Zeitschr. I (1906), S. 374.

völlig inaktiven Fettstoffen keineswegs als unmöglich gelten darf. Man kann sich danach z. B. denken, daß aus den in der Natur sehr verbreiteten inaktiven Ölsäureglyceriden durch Oxydation oder Wasseranlagerung Glyceride, zunächst Racemate asymmetrischer Produkte entstünden, welche durch fettspaltende asymmetrisch wirkende Fermente nur hälftig gespalten und dadurch einerseits in freie aktive Säure, andererseits in das als enanthiomorpher Rest aktive Ölsäure-Glycerid umgewandelt werden könnten. So ist es Neuberg in der Tat gelungen, wenn auch nicht das Ölsäureglycerid selbst, so aber doch sein Derivat (Dibromstearinsäure-Triglycerid) mittels pflanzlicher Lipase in entsprechender Weise zu spalten. Halbseitige Verseifungen durch Lipase sind auch schon von Paul Mayer, Dakin und Warburg beobachtet (siehe bei Neuberg a. a. O. S. 378).

Auf die Petroleumbildung in der Natur übertragen, müßte man dabei allerdings die weitere Annahme machen, daß in den folgenden Metamorphosen der Umbildung zu Erdöl freie aktive Säure und freies aktives Glycerid getrennt weiter wanderten, weil sie andernfalls nach Verseifung des letzteren doch wieder Racemate bilden würden. Da man bei dieser Annahme Neubergs schließlich jedoch ebenfalls zu rechts- und zu linksdrehenden Erdölen gelangen müßte, sofern man nicht nur eine Art Fett und eine Gattung von Mikroben beziehungsweise von Enzymen annehmen will, und da auch selbst in diesem Falle doch in jedem Erdöl neben rechtsdrehenden auch linksdrehende Teile nachweisbar sein müßten, was mir bis jetzt trotz eingehender Fraktionierungen im Vakuum nur in einem Erdöl gelang (hier aber auf andere Weise zu deuten ist), so bedarf diese theoretisch jedenfalls sehr bemerkenswerte Hypothese noch weiterer Klärung und Begründung im Anschluß an die spezielle Chemie und Physik des Erdöls und seiner Entstehung,

3. Aus aktiven organischen Rohmaterialien. Walden sucht auf Grund dieser Annahme die Abstammung des Erdöls aus Pflanzenmaterial abzuleiten, während Neuberg[1] die Ansicht vertritt, daß die optisch aktiven Teile des Erdöls Spaltstücke der notorisch stark aktiven Eiweißstoffe tierischer und pflanzlicher

[1] Biochem. Zeitschr. I. 1907, S. 308. Sitz.Ber. d. preuss. Akad. d. Wiss. 24, 1907, S. 451.

Reste seien. Beiden Ansichten steht das schwerwiegende Bedenken entgegen, daß es nicht einzusehen ist, weshalb nicht auch, da doch in beiden Fällen auch linksdrehende Stoffe auftreten bezw. sich abspalten, des öfteren linksdrehende Erdöle vorkommen. Daß sich unter den Bestandteilen des Erdöls auch solche finden, die aus den bei der Zersetzung der Eiweisstoffe gebildeten Fettsäuren entstanden sind, soll prinzipiell ausdrücklich zugegeben werden, nur kann es sich dabei, wie ich schon an anderer Stelle[1] entwickelt habe, blos um relativ geringe Mengen handeln.

Die Annahme einer Bildung nennenswerter Mengen optisch aktiver Bestandteile des Erdöls aus pflanzlichen Kohlenhydraten (Cellulose, Stärkmehl, Zucker usw.) dürfte hier auszuschalten sein, weil diese Stoffe bei ihrem Zerfall die hochmolekularen optisch aktiven Oele, wie solche in den Erdölen fast ausschließlich enthalten sind, nicht wohl geliefert haben können, man müßte denn, ähnlich wie Neuberg für die Proteinprodukte, annehmen, daß sich niedermolekulare aktive Produkte mit hochmolekularen inaktiven verkuppelten, womit aber wieder die einseitige Rechtsdrehung der Erdöle (es gibt rechts- und linksdrehende Kohlenhydrate) ihre Erklärung nicht fände. Noch eher könnte man sie vielleicht in Betracht ziehen unter der Voraussetzung, daß sie durch fermentative Tätigkeit zuerst in Fettstoffe umgewandelt wurden, also etwa als hypothetisches aktives Bakterienfett. Da aber aus früher angeführten Gründen eine nennenswerte Beteiligung der Kohlenhydrate an der Erdölbildung überhaupt als ausgeschlossen gelten darf, muß auch ihre Beteiligung bei der Bildung optisch aktiver Bestandteile als unwahrscheinlich gelten.

Eher könnten noch die ätherischen Öle, Harze, Balsame, auch die Gerbsäuren zur Bildung optisch aktiver Substanz beigetragen haben. Die ausschließliche Rechtsdrehung der hochsiedenden Teile steht damit aber ebenfalls nicht in Übereinstimmung, doch erscheint immerhin die Bildung der niedersiedenden optisch aktiven Fraktionen, in denen wir neuerdings wenigstens für einen Fundort auch linksdrehende Teile aufgefunden haben, als möglich.

Nach dem derzeitigen Stand unserer Kenntnisse sprechen weitaus die meisten Gründe dafür, daß das Cholsterin und das

[1] »Petroleum« II, 1907 S. 967, bezw. Sonderausgabe S. 34.

ihm nahestehende Phytosterin, d. h. daß tierische und pflanzliche Cholesterinkörper die Hauptursache der optischen Aktivität des Erdöls zum mindesten des höchstaktiven Teils derselben sind.

Hatte Windaus[1] schon im Jahre 1904 durch Destillation von Cholesterin ein petroleumartiges Produkt erhalten, so verdanken wir aber doch in erster Reihe Marcusson[2] den experimentellen Nachweis der Bildung rechtsdrehender Öle bei Destillation von unverseifbaren Wollfettabfällen sowohl, als auch von reinem Cholesterin. Später[3] weist er auf die große Ähnlichkeit des Verhaltens seiner Produkte in bezug auf optische Aktivität mit den von Kintzi und mir erhaltenen optisch aktiven Fraktionen des galizischen Erdöls[4] hin. Da wie dort zeigt sich mit steigendem Siedepunkt eine Zunahme der optischen Aktivität bis zu einem Maximum, welches in beiden Fällen eine auffallende Übereinstimmung in bezug auf den Kochpunkt der betreffenden Fraktionen aufweist.

Ich hatte unterdessen die Versuche der Konzentration und womöglich der Isolierung der optisch aktiven Teile des Erdöls fortgesetzt und dieselben haben mir nicht allein jene auffallende Übereinstimmung des Kochpunktes der beiderseitigen stärkstaktiven Fraktionen von einer bis jetzt noch nicht beobachteten Stärke der Rechtsdrehung einzelner Öle, sondern auch noch einige andere interessante Beziehungen ergeben, über welche hier eingehender berichtet werden soll.

Zur Untersuchung gelangten Rohöle von Wietze (Hannover) Baku (Bibi Eybath), Galizien (Schodnica), Rumänien (Campina) und aus Pennsylvanien, später auch von Pechelbronn im Elsaß und von der Insel Java. Die Destillation erfolgte entweder ganz im Vakuum, oder erst von 250 ° ab und vorher unter 1 Atmosphäre, weil bis dahin eine Zersetzung nicht zu befürchten war. Die wichtigen Werte sind zumeist doppelt von zwei verschiedenen unabhängig von einander arbeitenden Beobachtern bestimmt, wobei ich von den Herren Dr. Wohnlich, Kintzi,

[1] Ber. d. D. chem. Ges. 37 S. 2027.

[2] Chem. Rev. d. Fett- und Harz-Industrie 12. S. 1, Chem. Ztg. 1906 S. 788.

[3] Chem. Zeitung 1907. S. 419.

[4] Chem. Zeitung 1907. S. 711.

Hviid, Dr. R. Abrecht und Dr. Ludwig aufs wertvollste unterstützt wurde. Die Ablesungen im Halbschattenapparat wurden bei sehr hellen Ölen im 200 mm-Rohr, sonst im 100- oder 50 mm-Rohr, bei sehr dunklen Ölen im 25 mm-Rohr vorgenommen. Nur ausnahmsweise wurden Lösungen in Benzin oder Chloroform genommen. Fast sämtliche nachfolgenden Daten beziehen sich auf die unvermischten Öle.

Wietze[1] (Hannover)			Baku (Bibi-Eybath).		
Grad	Druck mm Hg.	Sacch. ° 200 mm	Grad	Druck mm Hg.	Sacch. ° 200 mm
83—250	1 Atm.	+1.0	61—106.5	14	0
120—155	13	+0.4	106.5—173.5	14—14.5	+ 0.2
155—235	9—12	+1.8	173.5—208	14.5—13	+ 2.1
235—270	10	+3.6	208—230.5	13—12.5	+ 7.3
270—275	13	+6.8	230.5—278	12.5—13	+17.0
konst. bei 275	13	+10.4	278—328	13—15	+14.6
275—305	13	+3.2	328—364	15—13	+ 7.8
305—310	12	+1.6			
konst. bei 310	13	+2.4			
» » 310	13	zu dunkel			

[1] Destilliert man dieses Öl unter gewöhnlichem Atmosphärendruck, so dreht die Fraktion 83—200° = +1°2; 200—250° = 0°; 250—275° = +1°4 usw. Es geht also die Aktivität zwischen den beiden Maxima auf 0 herunter.

Galizien (Schodnica)			Rumänien (Campina)			Pennsylvanien		
Grad	Druck mm Hg	Sacch.° 200 mm	Grad	Druck mm Hg	Sacch.° 200mm	Grad	Druck mm Hg	Sacch.° 200mm
—250	1 Atm.	0	—150	12	0	100—200	14	0
—167	12	0	150—180	12	+ 2	200—255	14	+0.4
167—180	12	+ 0.6	180—190	12	+ 4	255—297	14	+1
180—196	12	+ 2.0	190—200	12	+ 4	297—348	15	+0.8
196—231	12	+ 4.0	200—210	12	+ 6			
231—260	12	+11.2	210—220	12	+ 9			
260—285	12	+22.8 (+25)	220—230	12	+10			
285—295	12	+18.0	230—240	12	+16			
295—312	12	(+ 9.6)	240—250	12	+20			
312—360	12	zu dunkel	250—270	12	+22			
			über 270	12	zu dunkel			

Eine in neuester Zeit von Herrn Lederer in meinem Laboratorium durchgeführte fraktionierte Vacuum-Destillation eines Erdöls von Pechelbronn zeigt, daß, wenn man die Differenzierung der Fraktionen noch in engeren Grenzen hält, mit steigendem Siedepunkt auch deutliche Schwankungen der optischen Aktivität nach auf- und abwärts bemerkbar werden, eine Erscheinung, die, nur in minderem Grade, auch in den Resultaten des Wietzer Erdöls (siehe die vorstehende Tabelle) erkennbar ist.

Die fraktionierte Destillation des Erdöls wurde zuerst nach der Methode der sogenannten Normaldestillation, also unter gewöhnlichem Atmosphärendruck durchgeführt, darauf dieselbe Erdölsorte im Vacuum so destilliert, daß die Einzelfraktionen ihrer Menge nach mit der gleichen Fraktionsnummer der ersteren Destillation übereinstimmten, so daß ein Vergleich des spezifischen Gewichts und Drehungsvermögens, annähernd auch der Siedetemperaturen, der korrespondierenden Fraktionsnummern möglich ist.

I. Normal-Destillation.

No.	Grad C.	Spez. Gew. 20°	Sacch.° 200 mm*	Aussehen
	Beginn			
1	126,5—130	0.7578	+0.2	wasserhell
2	130—140	0.7791	+0.3	gelb
3	140—150	0.7875	0.0	gelb
4	150—160	0.7966	0.0	hellgelb
5	160—170	0.8062	0.0	hellgelb
6	170—180	0.8185	0.0	rötlich, trüb
7	180—190	0.8279	0.0	grüngelb
8	190—200	0.8351	0.0	gelb
9	200—210	0.8443	0.0	gelb
10	210—220	0.8525	0.0	schön hellgrün
11	220—230	0.8570	0.0	schön hellgrün
12	230—240	0.8631	0.0	schön hellgrün
13	240—250	0.8682	+0.1	gelb
14	250—260	0.8719	+0.1	grüngelb
15	260—270	0.8731	+0.15	grüngelb
16	270—280	0.8758	+0.45	gelb, trüb
17	280—290	0.8767	+0.20	orangerot
18	290—300	0.8908	+1.2—1.6	orangerot
19	300—315	0.8964	+4.0—4.8	orangerot
20	über 315	0.8971	+2.8	dunkelorange
21	bis 320	0.8980	+4.4—4.8	dunkelorange

* **Die Fraktionen 18—21 der Normaldestillation und 17—21 der Vakuumdestillation (S. 24) wurden in Verdünnung mit Benzol polarisiert, und zwar bei der Normaldestillation sämtliche Fraktionen 18—21 im Verhältnis 1 : 1, bei der Vakuumdestillation** Fraktion No. 17 in 3 : 1 Benzol verdünnt; No. 18 3 : 2; No. 19 1 : 1; No. 20 1 : 1; No. 21 1 : 2. Die spezifischen Gewichte der letzten fünf Vakuumfraktionen wurden **bei 35° C. bestimmt, weil sie bei gewöhnlicher Temperatur stocken und die obigen Werte sind nicht umgerechnet.**

II. Vakuum-Destillation.

No.	Grad C.	Druck mm Hg	Spez. Gew. 20° *	Sacch. ° 200 mm *	Aussehen
1	34—45.5	23—23.5	0.7922	+0.40	schwach gelb
2	45.5—69	18.0	0.8045	+0.45	gelb
3	69—76.5	17.0	0.8153	+0.50	wasserhell
4	76.5—84.5	16.0	0.8231	+0.25	wasserhell
5	84.5—91.5	14.5	0.8290	+0.15	wasserhell
6	91.5—99.5	12.5	0.8337	+0.05	wasserhell
7	99.5—107	12.5	0.8445	0.0	schwach gelb
8	107—113	12.5	0.8497	0.0	gelb
9	113—119.5	12.0	0.8554	0.0	schön gelb
10	119.5—125.5	12.5	0.8620	0.0	braunl. gelb
11	125.5—123	12.0	0.8655	0.0	braunl. gelb
12	123—143.5	12.0	0.8744	0.0	grün-gelb
13	143.5—154.5	11.5	0.8863	0.0	grün-gelb
14	154.5—160.5	11.5	0.8870	0.0	grün
15	160.5—181	11.5	0.8876	0.0	gelb
16	181—215.5	12.0	0.8880	0.0	schöngelb
17	215.5—235	12.0	0.8737	+1.32	orange
18	235—249	12.5	0.8835	+2.32	dunkelorange
19	249—265	13.0	0.8918	+4.40	dunkelorange
20	265—281	13.0	0.9023	+6.40	dunkelorange
21	281—291	13.0	0.9084	+6.60	dunkelorange

Aus den vorstehenden beiden Tabellen ist ersichtlich, daß die optische Aktivität der Einzelfraktionen durch die Destillation unter Atmosphärendruck nicht bloß abnimmt, weil dabei Vernichtung oder Racemisierung optisch aktiver Teile durch die höhere Temperatur eintritt, sondern sich auch merklich verschiebt. In beiden Fällen treten zwei Maxima auf: ein unteres kleineres und ein oberes höheres. Zwischen beiden liegen mehrere Fraktionen, bei denen sich keine Drehung beobachten läßt; doch verschieben sich diese inaktiven Fraktionen bei der Vacuumdestillation merklich nach oben.

Um festzustellen, ob nicht auch bei diesem Öl in den höchsten Fraktionen eine Wiederabnahme des Drehungsvermögens

auftritt wie bei allen bisher untersuchten Erdölen, außerdem auch um zu konstatieren, ob nicht vielleicht durch weitere Differenzierung der Fraktionen linksdrehende Teile nachzuweisen seien, wurden die fünf höchstsiedenden Vakuumfraktionen (Nr. 17—21) des Pechelbronner Öls einer Rektifikation unter jedesmaliger Teilung der Einzelfraktionen in zwei durchgeführt, wobei die folgenden Resultate erhalten wurden.

Rektifikation der letzten fünf Vakuumfraktionen.

Fraktion		Grad C.	Druck mm Hg	Sacch. ° 200 mm	Bemerkung
17.	I.	—223	12.5	+1.6	flüssig, mit nadelförm. Kryst.
	II.	223—235	12.5	+2.24—2.4	fest, mit sehr viel nadelförm. Kryst.
18.	III.	235—240	12.5	+5.6	fest
	IV.	240—246.5	12.0	+3.6	
19.	V.	246.5—259	12.0	+3.6	
	VI.	259—264	12.0	+5.6	
20.	VII.	264—278	12.5	+7.2	
	VIII.	278—281.5	12.5	+8.0	
21.	IX.	281.5—294	12.5	+6.0	
	X.	294—299	12.5	+5.4	

Sämtliche Fraktionen wurden in Verdünnung mit Benzol polarisiert und zwar Fraktion Nr. IX und X im Verhältnis von 1 : 2, alle übrigen im Verhältnis 1 : 1.

Auch hierbei zeigen sich deutlich zwei Maxima, so daß also unter Hinzunahme des untersten (siehe vorhergehende Tabelle) drei Maxima der optischen Aktivität für das elsäsische Erdöl (Pechelbronn) zu konstatieren sind[1]. Ebenso ergibt sich aus der Rektifikation in den höchsten Fraktionen wieder ein Rückgang der Rechtsdrehung. Das oberste (Haupt-)Maximum hält sich in denselben Siedegrenzen wie diejenigen aller übrigen Erdöle.

---

[1] Die Zunahme der Gesamtrechtsdrehung in den Produkten der fraktionierten Rektifikation bei den Fraktionen 17 und 18 gegenüber der Rechtsdrehung der ersten Destillation kann durch eine Vernichtung der Aktivität linksdrehender Beimischungen oder auch auf eine bei der Destillation stattfindende Umkehrung von links- in rechtsdrehende Substanz erklärt werden.

Ganz besonderes Interesse dürfen aber die Resultate in Anspruch nehmen, welche wir im hiesigen Laboratorium bei Untersuchung der Einzelfraktionen der Erdöle von Java beobachtet haben, eine Arbeit, bei welcher ich durch Herrn Bartnitzky aufs wertvollste unterstützt worden bin. In folgender Tabelle sind die Resultate, welche bei Destillation von fünf verschiedenen Sorten javanischen Rohöls erhalten wurden, zusammengestellt.

Koeti IV			Koeti XX.		
Grad	Druck mm Hg	Sacch. ° 200 mm	Grad	Druck mm Hg	Sacch. ° 200 mm
—149	18	+ 0	62—136	12—14	0
149—159	17	— 0.8	136—150	12	—0.5
159—168	17	— 1.0	150—169	12	—0.9
168—195	17	— 0.6	169—183	12	0
195—199	17.5—18	0	183—305	12	0
199—205	17—16.5	0	305—372	12.5	zu dunkel
205—260	18.5	0			
260—277	18.5	+ 1.2			
277—282	18.5	+ 4.8			
282—286	17.5	+14.3			
286—370	10—14.5	zu dunkel			

Gogor			Berbek			Roengkoet		
Grad	Druck mm Hg	Sacch. ° 200 mm	Grad	Druck mm Hg	Sacch. ° 200mm	Grad	Druck mm Hg	Sacch. ° 200mm
—146	12—13	0	—140	12—14	0	—129	16	0
146—158	12	— 1.5	140—179	12.5	—0.7	129—150	14.5	—1.1
158—181	12	— 0.4	179—189	12	—0.9	150—168	14	—2.2
181—230	12	0	189—202	12	—0.6	168—182	14	—2.0
230—238	12	+ 2.2	202—252	12	0	182—242	14.5	0
238—285	12	+ 3.5	252—316	12.5	+1.8	242—268	15.5	+1.9
285—296	14.5	+14.5 (bis +15.8)	316—373	12.5	zu dunkel	268—281	15.5	+4.1
296—360	14	0				281—370	14.5—15.5	0

Es. ergibt sich daraus, daß die flüchtigeren Teile der Java-Erdöle mehr oder weniger stark linksdrehend sind, eine Beobachtung, die bis jetzt noch an keinem Erdöl gemacht worden ist und auf deren Bedeutung weiter unten zurückgekommen wird.

Aus den vorstehend verzeichneten Resultaten lassen sich einige allgemeine Schlüsse ziehen, die nicht ohne Interesse sind:

a. Die Maximalwerte der optischen Aktivität einzelner, namentlich hochsiedender Fraktionen sind höher als man bisher angenommen hatte. Rakusin hat bei seinen zahlreichen Untersuchungen im allgemeinen nur zwischen 0 und 1°, höchstens 3—4°, ausnahmsweise auch einen noch etwas höheren Wert gefunden. Dies mag ihn vielleicht zu dem Zweifel an dem von mir mitgeteilten hohen Maximal-Drehungsvermögen von +10°6 für galizisches, +17° für Bibi-Eybat-Erdöl und zu der Erwartung veranlaßt haben, es werde meinerseits eine Revision bezw. eine Korrektur dieser hohen Werte nach unten erfolgen. Wiederholte Destillation und Einengung der aktivsten Fraktionen ergab indessen nicht bloß keine Verringerung, sondern zum Teil eine erhebliche Steigerung. So z. B. wurde mit galizischem Erdöl (Schodnica) Rechtsdrehung bis zu +25° (200 mm Sacch.°) beobachtet und auch die meisten übrigen von mir untersuchten Öle lieferten Fraktionen von mehr als +10° Rechtsdrehung. Nur das pennsylvanische Öl ergab keine Fraktion mit mehr als zirka +1° Drehung.

Zaloziecki ist nach seinen neuesten Untersuchungen von galizischen Ölen auf keine so hohen Werte gekommen, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß er die Trennung in Einzelfraktionen nicht so weit getrieben hat wie ich.

b. Die Fraktionen der optischen Maxima verschiedenster Öle zeigten annähernd übereinstimmende Siedetemperaturen, wie dies aus folgender Zusammenstellung ersichtlich ist.

Maxima des Drehungsvermögens.

	Fraktion Grad	Sacch.° 200 mm	Druck mm
Wietze (Hannover .	235—275	+10.4	12
Baku (Bibi-Eybath).	230—278	+17.0	12—13
Galizien (Schodnica)	260—285	+22.8 (25)	12
Rumänien (Campina)	250—270	+22.0	12
Pechelbronn (Elsaß)	264—281	+ 7.6	12.5

	Fraktion Grad	Sacch. ° 200 mm	Druck mm
Pennsylvanien . .	255—297	+ 1.0	14
Java, Koeti IV . .	282—286	+14.3	17.5
» Gogor . . .	285—296	+14.5	14.5
» Roengkoet .	268—281	+ 4.1	15.5

Daraus darf geschlossen werden, daß die Erdöle verschiedenster Provenienz ihre Maxima der optischen Aktivität in der Hauptsache ein und derselben Substanz verdanken.

c. Weitaus die meisten Erdöle zeigen erst in den höheren Fraktionen — über 200 oder 250° (1 Atm.) — einen nachweisbaren Gehalt an optisch aktiven Bestandteilen; derselbe nimmt bis zu den Maximalwerten meist gleichmäßig zu, von da an aber rasch ab und sinkt, soweit beobachtet werden kann, in den höchsten Fraktionen auf Null.

d. Bei dem Erdöl von Wietze tritt die merkwürdige Erscheinung anfänglichen Steigens, dann Wiedersinkens und Wiedersteigens des Drehungsvermögens auf. Das Öl hat also zwei Maxima: ein unteres, geringeres, von +1° und das obere Hauptmaximum von 14°4. Bei diesem Öl müssen verschiedene Substrate der optischen Aktivität angenommen werden; das obere Maximum stimmt mit denen der übrigen Öle überein, das untere dagegen ist vielleicht dadurch zu erklären, daß dem Erdöl Spaltreste von Proteinen beigemischt sind gemäß den Ansichten Neubergs, wodurch auch der niedrige Siedepunkt dieser optisch aktiven Teile erklärlich wäre. Es ist aber auch möglich, daß optisch aktive Reste anderer Muttersubstanzen, vielleicht auch Harz- oder Terpenreste, zugrunde liegen, oder daß die Abnahme der Rechtsdrehung der Teile über dem unteren Maximum dadurch nur eine scheinbare ist, daß sich den rechtsdrehenden Teilen der weniger rechtsdrehenden Zwischenfraktionen linksdrehende beimischen. Bei dem Erdöl aus Pechelbronn (S. 24/25) lassen sich sogar deutlich drei Maxima der Rechtsdrehung erkennen.

e. Abweichend von den übrigen Erdölen zeigen die pennsylvanischen Öle nur geringe Gesamtaktivität und auch das Maximum ist dementsprechend sehr niedrig (+1°), was entweder auf eine stärkere Racemisierung infolge des hohen Alters dieses im Devon und Silur sich findenden Erdöls, oder vielleicht auf stärkere Vernichtung ursprünglich vorhanden gewesener Aktivität in der

Bildungsmetamorphose schließen läßt, oder endlich, da für letztere Annahmen besondere Gründe keineswegs vorliegen, darauf, daß anderes Rohmaterial die Muttersubstanz dieses Erdöls abgegeben hat.

f. Eine Anomalie gegenüber allen übrigen Erdölen bildet das Erdöl von Java: es zeigt in seinen unteren Fraktionen Linksdrehung, mit steigendem Siedepunkt treten dann optisch inaktive, später rechtsdrehende Teile auf. Das dextrogyre Maximum zeigt dann gleiche Siedelage wie das aller übrigen Öle. Ich komme auf die Deutung dieses merkwürdigen Befundes weiter unten zurück.

V. Verhalten des Cholesterins und des Phytosterins beim Erhitzen und bei der Destillation.

Die meisten der erhaltenen Resultate finden ihre Erklärung durch die Annahme des Cholesterins als Muttersubstanz der optischen Maximalaktivität, womit natürlich alle cholesterinartigen Verbindungen, insbesondere auch die Phytosterine inbegriffen sind.

Schon Marcusson[1] hat, wie oben bemerkt, auf die Übereinstimmung des optischen Verhaltens eines Vakuum-Destillates der unverseifbaren Anteile von Wollfettolein mit den von mir erzielten Vakuum-Destillaten eines Erdöls aus Galizien aufmerksam gemacht. In geradezu überraschender Weise stimmen nun aber nach weiteren von mir ausgeführten Versuchen die Siedepunkte der Fraktionen der optischen Maxima sämtlicher untersuchten Erdöle mit denen der entsprechend präparierten Cholesterindestillate überein.

Je nach der Art der Destillation des Cholesterins[2] erhält man verschiedenartige Produkte. Im Vakuum geht es so gut wie unzersetzt über und bleibt linksdrehend; destilliert man unter gewöhnlichem Druck rasch, so entsteht je nach Leitung der Destillation ein im ganzen rechtsdrehendes oder sogar ähnlich wie bei Zuhilfenahme des Vakuums, ein schwach linksdrehendes Produkt.

Wie sehr die Drehungsrichtung der Einzelfraktionen des Cholesterins von der Art und Weise der Destillation abhängig ist,

[1] Chemiker-Zeitung, 1907 S. 419.

[2] Herr Hullard hat mich dabei bestens unterstützt.

zeigen die folgenden Resultate, welche R. Albrecht in meinem Laboratorium erhielt. Dabei wurden 25 g Cholesterin in einer 50 ccm-Retorte geschmolzen, dann sofort rascher Destillation unterworfen, in Fraktionen von je 4 ccm aufgefangen und, im Verhältnis 1:9 mit Chloroform verdünnt, polarisiert.

	Destillationsgrenzen (Thermometer im Dampf)	Rohrlänge cm	Sacch.°	Sacch.° 200 mm
1.	384—386°	5	— 6.0	— 24.0
2.	386—400°	2 1/2	— 3.5	— 28.0
3.	—400°	2 1/2	+ 5.0	+ 40.0
4.	400—405°	2 1/2	+12.5	+100.0
5.	405—420°	2 1/2	+18.1	+144.8
6.	—420°	2 1/2	+20.3	+162.4
	Reines Cholesterin (1:11.6 Chlorof.)	10	—14.0	—352.8

Destilliert man eine gleiche Menge Cholesterin so, daß man die geschmolzene Masse vorher in der Retorte 1 Stunde lang auf 200—300° hält und so lange die Destillate wieder zurück gibt, bis die zuerst übergehenden Teile sich im Retortenhals nicht mehr fest, sondern als Tropfen niederschlagen, so zeigen die im übrigen gleich geteilten Destillate bei direkter Polarisation die folgende Aktivität:

	Destillationsgrenzen (Thermom. i. d. Flüssigkeit)	Rohrlänge cm	Sacch.°	Sacch.° 200 mm
1.	zieml. konstant bei 410°	2 1/2	— 3.2	— 25.6
2.	410—420°	2 1/2	+10.2	+ 81.6
3.	420—422°	2 1/2	+12.8	+102.4
4.	422—424°	2 1/2	+14.8	+118.4
5.	424—430°	2 1/2	+17.6	+140.8
6.	430—440°	2 1/2	+17.6	+140.8

Bei den obigen Destillationstemperaturen für 1 Atmosphäre Druck ist zu beachten, daß sie mit denjenigen der bei der Vakuumdestillation erhaltenen Einzelfraktionen der Erdöle, sowie auch der nächstfolgenden der Rektifikation der Cholesterindestillate nicht vergleichbar sind, selbst wenn man von 1 Atmosphäre auf Vakuumdruck reduzieren würde, weil es sich dabei nicht bloß um die Kochpunkte, sondern vielmehr um die Temperaturen handelt, bei denen sich die Dämpfe durch Zersetzung aus dem Cholesterin bilden.

Erhitzt man Cholesterin (5 g) während einer Stunde auf 350°, so zeigt das Produkt auch ohne Destillation schon starke Rechtsdrehung, während unter gleichen Verhältnissen bei 300° noch keine merkbare Abnahme der Linksdrehung zu beobachten war. Erst zwischen 300 und 350° scheint sonach innerhalb einer Stunde die Umkehrung der Drehungsrichtung von links nach rechts zu erfolgen.

Durch Destillation von Cholesterin im Druckrohr für sich oder als Beimischung zu Fischtran werden ebenfalls rechtsdrehende Produkte erhalten, worauf ebenfalls schon Marcusson aufmerksam macht. Wiederholt man aber diese Druckdestillation, so geht, wie wir gefunden haben, die Rechtsdrehung zurück und verschwindet zuletzt.

Phytosterin (von Merck bezogen) verhält sich wie Cholesterin. Destilliert man es im Vakuum, so geht es scheinbar unzersetzt über und behält seine volle Linksdrehung, während bei nicht zu rascher Destillation unter gewöhnlichem Luftdruck stark rechtsdrehende Destillate erhalten werden, die im einzelnen, gelöst in Chloroform (1 : 9 g Chloroform) folgende Drehungswinkel (Sacch. Grade auf 200 mm Rohr) zeigen:

Fraktion	I	± 0
»	II	+13.0
»	III	+16.0
»	IV	+12.0

Bei der Destillation des Phytosterins im Druckrohr, wobei über 400° erhitzt wurde, bildet sich ein hellgelb gefärbtes flüchtiges Destillat, dessen Lösung in Chloroform (1 : 9 g) +6°.4 Drehung zeigte, eine, auf Reinsubstanz berechnet, sehr starke Rechts-

drehung, da das reine Phytosterin in Chloroform (1 : 9 g) — 10° drehte. Bei wiederholter Druckdestillation verschwindet auch hier, wie beim Cholesterin, die optische Aktivität, beziehungsweise tritt Racemisierung ein. — Auch die optische Aktivität des Phytosterins zeichnet sich hiernach, ebenso wie diejenige des Cholesterins, durch sehr große Beständigkeit der Drehung, auch nach Umkehrung von links nach rechts, aus.

Um das Verhältnis der Siedetemperaturen der Cholesterindestillate, namentlich auch der Fraktionen mit dem Maximaldrehungsvermögen, gegenüber demjenigen der natürlichen Erdöle kennen zu lernen, wurden 20 Gramm Cholesterin zunächst dreimal aus einer Retorte umdestilliert, wobei ein Produkt von +112 Sacch.° Drehung (bei einem anderen Versuch wurden +128° C. beobachtet) gefunden wurde. Dieses ergab nun bei der Rektifikation im Vakuum die folgenden Drehungswerte:

Kochpunkte der Cholesterin-Destillate.[1]

	Temp.-Grade 15 mm Druck	Sacch.° 200 mm	
1	100—193	— 1.2	dünnfl. hellgelb
2	193—230	+ 57.6	dünnfl. hellgelb
3	230—245	+ 88.0	ölig fl. gelb
4	245—250	+104.0	ölig fl. dunkelgelb
5	250—258	+108.0	ölig fl. dunkelgelb
6	258—270	+118.0	zähfl. hellbraun
7	270—275	+128.0	zähfl. braun
8	275—280	+144.0	zähfl. braun
9	280—288	+164.0	zähfl. dunkler braun
10	über 288	minim. Rest	

Obgleich vorerst das nähere Studium der Produkte der Destillation des Cholesterins und des Phytosterins noch nicht auf-

[1] Fraktion 1—6 in 50 mm-, 7—9 im 25 mm-Rohr, direkt beobachtet.

gegriffen werden konnte, muß doch angenommen werden, daß dabei Wasserabspaltung stattfindet. Tatsächlich wurde auch stets etwas Wasser als Spaltungsprodukt konstatiert. Immerhin erscheint es auffallend, daß die Elementaranalyse des Destillates von höchster Rechtsdrehung noch stark sauerstoffhaltig ist (gefunden C = 86.51 und 87.05; H = 11.49 und 11.74 (entsprechend 2.00 und 1.21 O), während Cholesterin (C_{27}, $H_{44}O$) 4.2 O enthält. Hiernach ist es keinesfalls notwendig, in dem hochaktiven Destillate des Cholesterins ein sauerstoffreies Produkt anzunehmen. Es könnte beispielsweise auch bloß ein Aether gebildet werden oder ein Gemisch vorliegen. Diese Frage bedarf noch näherer experimenteller Untersuchung.

Bemerkt sei übrigens, daß R. Albrecht bei Untersuchung der optisch aktivsten Fraktion des galizischen Erdöls (+25 Sacch.°) als Mittelwert von zwei gutstimmenden Analysen (C = 86.93 und 86.90; H = 12.14 und 12.28, sowie 0.56 S) 0.3 % Sauerstoff (als Rest) nachgewiesen hat. Nimmt man an, daß gemäß der Drehung (+25 Sacch.°) diese Fraktion etwa $^1/_7$—$^1/_6$ des stärkstdrehenden Cholesterindestillates (164°) enthielte, so wären unter der Voraussetzung des oben konstatierten Sauerstoffgehaltes berechneter und gefundener Wert nicht weit auseinander. Damit soll aber noch keineswegs eine bestimmte Behauptung aufgestellt sein, denn auch diese Frage bedarf noch des weiteren Studiums.

Soviel geht aber aus diesen Resultaten und Betrachtungen hervor, daß das bis jetzt als das aktivste Erdöl erkannte galizische Erdöl, welches nur ca. 1 % der stärkstdrehenden Fraktion enthält — von der unter der Voraussetzung, daß das Cholesterin die Muttersubstanz ist, wieder nur $^1/_7$—$^1/_6$ von letzterer erforderlich wäre, um die optische Aktivität zu veranlassen — sehr geringe Mengen dieses Substrates genügen würden, um die Aktivität der Erdöle zu erklären. Es kommt dazu, daß bei dem mutmaßlich starken Verlust an Substanz bei der Umwandlung der Fett- und Wachsreste usw. in Petroleum und bei der ganz ungewöhnlich großen Beständigkeit der Cholesterin- und Phytosterinderivate samt ihrer optischen Aktivität ein natürlicher Konzentrationsprozeß der optisch aktiven Substanz stattfinden kann, oder doch in früheren Perioden stattgefunden hat.

VI. Künstliches Roherdöl unter Zusatz von Cholesterindestillat.

Auffallend wird die Übereinstimmung in bezug auf das optische Verhalten mit den natürlichen Erdölen, wenn man, wie die gemeinschaftlich mit R. Albrecht ausgeführten Versuche zeigten, sich ein künstliches Gemisch von inaktiven Komponenten, z. B. Kaiseröl, Schmieröl oder Vaselinöl und Erdwachs, welches wir als (inaktives) »Kunst-Rohöl« bezeichnen, durch Zusatz der rechtsdrehenden Fraktionen langsam destillierten (1 Atm.) Cholesterins optisch aktiv macht (aktives »Kunst-Rohöl«) und nun der fraktionierten Destillation zuerst unter 1 Atm. Druck, dann im Vakuum unterwirft. Dabei wurden in zwei Proben, von denen die eine, »künstliches Rohöl« I, eine Gesamtdrehung von +4° (Sacch.), die andere, II, eine solche von +1°5 besaß, folgende Resultate erzielt:

Durch Zusatz von Cholesterindestillat aktivierte Kunst-Rohöle.

I			II		
Grad	Druck mm Hg	Sacch. ° 200 mm	Grad	Druck mm Hg	Sacch. ° 200 mm
unter 165	1 Atm.—80	± 0	unter 150	1 Atm.—	± 0
165—235	80	+ 1.0	bis 190	ca. 20	+ 0.3
165—190	13	+ 2.4	190—225	14	+ 1.6
190—217	12	+ 2.4	225—250	15	+ 2.6
217—227	12	+ 2.8	250—270	15	+ 5.2
227—250	14	+18.0	270—280	14—15	+ 6.4
250—290	14	+40.0	280—285	14	+12.0
über 290	kleiner Rest		über 285	14	+ schwächer aktiv?

Man ersieht hieraus, wie sich auch bei diesen durch Zusatz von rechtsdrehendem Cholesterindestillat aktiv gemachten Kunst-Rohölen die optischen Maxima in der Fraktion zwischen etwa 250 und 290° (Vakuum 14 mm) finden, gerade so wie dies nach der weiter oben gegebenen Zusammenstellung auch für die natürlichen Rohöle gefunden wurde.

Die Analogie des optischen Verhaltens der Rohöle mit demjenigen des Cholesterindestillates geht aber noch weiter. Wie schon oben bemerkt, kann Cholesterin leicht so destilliert werden, daß ein zwar im ganzen rechtsdrehendes Produkt entsteht, daß aber mit steigendem Kochpunkt zuerst linksdrehende, dann inaktive, zuletzt stark rechtsdrehende Öle übergehen. Ganz analog verhält sich das Erdöl von Java (siehe S. 88). Sämtliche untersuchten Javaerdöle zeigen ein unteres, bei der Vakuumdestillation unterhalb 190° liegendes Maximum der Linksdrehung, welches bei dem Öl Roengkoet bis auf — 2.2 Sacch.° steigt, worauf die Destillate mit steigendem Kochpunkt durch ± 0° in Rechtsdrehung übergehen, deren Maximum die höchste Höhe bei dem Öl von Gogor mit + 14.5—15.8 Sacch.° erreicht. Die Übereinstimmung des optisch aktiven Bestandteils der Javaöle mit dem Cholesterindestillat wird geradezu überraschend, wenn man sieht, wie nicht bloß die Maxima der Kochpunkte der rechtsdrehenden hochsiedenden Fraktionen (siehe Zusammenstellung S. 27/28) übereinstimmen, sondern daß auch die linksdrehenden Teile jener Öle sich innerhalb derselben Siedegrenzen halten, wie der nach linksdrehende Anteil des Cholesterindestillates. Eine so weitgehende Übereinstimmung in den Kochpunkten zwischen Cholesterindestillaten bezw. -Umkehrungsprodukten und den aktiven Teilen des Erdöls wäre doch ein sehr merkwürdiges Spiel des Zufalls und vorerst darf es doch wohl unter Heranziehung aller Momente zum mindesten als sehr wahrscheinlich bezeichnet werden, daß die optische Aktivität der Erdöle in der Hauptsache, zumal diejenige der hochsiedenden Maximalfraktionen aus Umwandlungsprodukten des Cholesterins bestehen. Die linksdrehenden niedriger siedenden Teile könnten dann auf Cholesterin oder Umwandlungsprodukte desselben zurückgeführt werden, die noch nicht der Umkehrung von Links- in Rechtsdrehung unterlegen haben.

Die Richtigkeit dieser Annahme vorausgesetzt, so spricht dieselbe auch noch dafür, daß bei der Bildung des Erdöls ein gewaltsamer Prozeß mit eingegriffen hat.

Da die in Betracht kommenden Cholesterinstoffe sowohl tierischen (Cholesterin) als auch pflanzlichen (Phytosterin) Ursprungs sein können, läßt sich aus der Tatsache von Resten derselben an sich kein sicherer Schluß auf das Rohmaterial des Erdöls selbst — ob tierischen oder pflanzlichen Ursprungs — ziehen.

Zwei von mir bis jetzt untersuchte Algenwachse waren nicht optisch aktiv, auch Erdwachs ist es nicht; das Seeschlickbitumen ist zwar nach meiner[1] Feststellung entschieden rechtsdrehend; da aber Potonié nachgewiesen hat, daß die Begleitreste desselben mindestens ebenso stark tierischer als pflanzlicher Art sind, ist auch darin kein Anhaltspunkt für die eine oder die andere Auffassung geboten. Montanwachs, unraffiniert, ist zwar optisch aktiv (das raffinierte nicht), doch hat meines Erachtens das Montanwachs der Braunkohle mit Petroleum ebensowenig etwas zu tun, wie das Bitumen der Steinkohle, dessen Abstammung weiter oben erörtert wurde.

Daß das Fett der Meeresfauna, soweit bekannt, reich an Cholesterin ist, darf als bekannt vorausgesetzt werden, doch können auch daraus mangels genügender Durchforschung dieses Gebietes noch keine sicheren Schlüsse zugunsten der animalen Hypothese gezogen werden.

Soviel aber darf auf Grund unserer bis jetzt erlangten Kenntnisse angenommen werden, daß ebenso wie es in der Natur keine Fauna ohne Flora und keine Flora ohne Fauna gibt so auch in den Erdölen ebensowohl die Reste tierischen als pflanzlichen Lebens zu erblicken sind und daß je nach örtlichen und klimatischen Verhältnissen mehr das eine oder mehr das andere Material den Hauptteil des Substrates für die Bildung des Erdöls abgegeben hat. Immer aber werden es in der Hauptsache Fettstoffe gewesen sein.

Schlußfolgerungen

aus den vorstehenden Untersuchungen.

Die Ergebnisse meiner bisherigen experimentellen Arbeiten im Verein mit denjenigen anderer Fachgenossen dieses Wissensgebietes glaube ich in den folgenden Sätzen zusammenfassen zu können. Ich möchte diese jedoch nicht als definitive Fassung meiner Ansichten festgelegt wissen, denn auf einem Forschungsgebiete, bei dessen weiterer wissenschaftlicher Bearbeitung durch Geologen, Physiker, Chemiker und Biologen noch immer neue Erscheinungen beobachtet und neue Klarstellungen erwartet werden,

[1] Petroleum II S. 851. Sonderausgabe S. 10.

ist zurzeit noch nicht an eine endgültige Fassung zu denken. Es sollen damit nur die wichtigsten Postulate bisheriger Forschung zusammengefaßt und zur Diskussion gestellt werden; auch bieten sie vielleicht Anregung zu weiterer Bearbeitung und Prüfung. — Daß ich mir vorbehalte, die Sätze später nach Sinn und Wortlaut gemäß dem Stande der Erdölforschung zu modifizieren und zu ergänzen, bedarf nach dem eben Gesagten wohl keiner besonderen Rechtfertigung.

I. Das Petroleum ist in der Hauptsache aus den Fettstoffen (feste und flüssige Fette, Fettwachse und Wachse) untergegangener tierischer und pflanzlicher Lebewesen entstanden, nachdem die übrigen organischen Bestandteile derselben durch Fäulnis und Verwesung sich zersetzt hatten. Indirekt können daran auch — doch nur in geringem Maße — die Eiweißstoffe durch Abspaltung von Fettsäuren beteiligt sein.

II. Die Umwandlung der Fettstoffe in Petroleum hat sich unter sehr verschiedenen Bedingungen des Druckes, der Temperatur und in langen Zeitperioden von verschiedener Dauer vollzogen.

III. Die Verschiedenheit der natürlichen Erdöle ist in der Hauptsache durch die verschiedenen Bildungsbedingungen (Druck, Temperatur, Zeit) verursacht und erst in zweiter Linie durch die Natur der Fettstoffe verschiedener Abstammung.

IV. Insoweit es sich um gewöhnliche Fette (Glyceryde) handelt, bestand der erste Vorgang des Abbaues wahrscheinlich in der Abspaltung des Glycerins durch Wirkung von Wasser oder von Fermenten, oder von beiden, und also der Ausscheidung freier Fettsäuren. Der Abbau der Wachse kann auch — muß aber nicht — ohne vorherige Verseifung vor sich gegangen sein.

V. Die Möglichkeit der Bildung weiterer Abbau-Zwischenprodukte durch Abspaltung von Kohlensäure und Wasser ist anzunehmen.

VI. Der endgültige Übergang dieser Fett-, Wachs- usw. Reste in Erdöl vollzog sich in zwei Stadien; 1. primär: in einer wahrscheinlich langsam verlaufenden gewaltsamen Zersetzung derselben entweder nach Analogie der Druckdestillation oder unter Wärme-Druckwirkung ohne Destillation in gesättigte und ungesättigte Spaltstücke (Kohlenwasserstoffe); 2. sekundär: in einem darauf

ganz allmählich vor sich gehenden Wiederaufbau komplexerer Molekeln (Schmieröle) durch Polymerisation und Addition, sowie der Bildung von Naphtenen durch Umlagerung, aus ungesättigten Spaltstücken der primären Zersetzung, eventuell auch noch der Bildung asphaltartiger Produkte durch Anlagerung von Sauerstoff und von Schwefel.

VII. Die optische Aktivität der Erdöle ist auf die Beimischung relativ ganz geringer Mengen einer stark aktiven Ölfraktion zurückzuführen, deren Hauptbestandteil wahrscheinlich aus Cholesterinen (inkl. Phytosterinen) entstanden ist. Geringe Beimischungen aktiver Substanzen stammen vielleicht auch von Spaltprodukten der Proteine, von Harzen, Gerbsäuren usw.

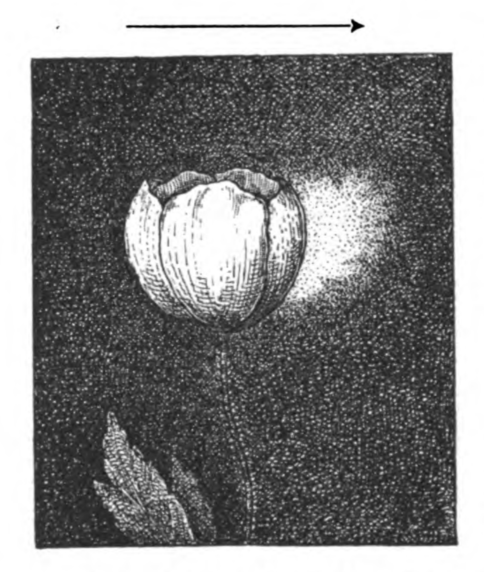
Über blitzende Blüten.

Von **A. Schleiermacher.**

Die Beobachtung, daß die Blüten der indianischen Kresse in der Abenddämmerung momentane Lichterscheinungen zeigen, ist zuerst von Linnés Tochter Elisabeth Christine gemacht und veröffentlicht worden. Seitdem konnte die Erscheinung von verschiedenen Beobachtern auch an anderen roten oder gelbroten Blüten bemerkt werden, die Berichte lauten aber nicht immer übereinstimmend, und insbesondere ist man bisher zu einer allgemein gebilligten Erklärung nicht gekommen. Es mag dies darin begründet sein, daß das Phänomen nur selten bemerkt und nicht immer genau beschrieben worden ist, teilweise auch andersartige Erscheinungen damit vermengt wurden. Die Mehrzahl derer, die eine Erklärung versuchen, ist der Ansicht, daß das sogenannte Blitzen der Blüten in einer elektrischen Entladung bestehe, und gerade in der neuesten Zeit wurde diese Meinung wieder von mehreren Schriftstellern geäußert, freilich von solchen, die die Erscheinung selbst nicht gesehen hatten. Wäre diese Erklärung richtig, so müßte man das Blitzen der Blüten als eine physiologisch äußerst wichtige und interessante Erscheinung bezeichnen. Angeregt durch eine Notiz in einer naturwissenschaftlichen Zeitschrift, worin ebenfalls der elektrische Ursprung behauptet, aber keinerlei Literaturangabe enthalten war, hatte ich vor längerer Zeit Beobachtungen an Kapuzinerblüten unternommen und mehrere Jahre ohne Erfolg fortgesetzt. Niemals zeigten sich bei aufmerksamer Betrachtung der Blüten in der Dämmerung oder nach Eintritt der Dunkelheit irgendwelche Lichterscheinungen, noch auch die geringsten Spuren einer elektrischen Spannung bei Untersuchung mit dem Elektroskop. In der Meinung, daß es sich wirklich um elektrische Entladungen handele, zu deren Auftreten aber ganz besondere und hier vielleicht nie vorhandene meteorologische Verhältnisse erforderlich seien, gab ich die erfolglosen Bemühungen auf. Im Sommer 1905 gelang es mir nun ganz zufällig, die Er-

scheinung aufzufinden, und es dürfte im Hinblick auf die schwankenden Angaben in der Literatur nicht überflüssig sein, die näheren Umstände anzuführen.

An einem Juniabend zwischen $^1/_2 9$ und 9 Uhr, also kurz nach Sonnenuntergang war ich mit meinen Kindern im Garten. Der Himmel war klar, im Westen wenige kleine Wolken, keine besonders auffallende Abendröte. Der Westhorizont ist durch entferntere Häuser verdeckt, so daß die Art des Sonnenunterganges nicht näher zu erkennen war. In dem Gärtchen führt um ein rechteckiges Landstück von 3,5×7 m ein Weg, auf dem die Kinder einander nachsprangen. Als ich ihnen dabei nachsah, bemerkte ich an den feuerroten Blüten eines perennierenden Mohnes, der ungefähr in der Mitte des Landes in Blüte stand, ein weißliches momentanes Aufhellen seitwärts an einzelnen der Blüten. In der nebenstehenden Figur ist versucht die Erscheinung darzustellen, der darüber befindliche Pfeil bezeichnet die Richtung des Blickwechsels.



Mit elektrischem Leuchten, einer Glimm- oder Büschelentladung, hatte die Erscheinung nun gar keine Ähnlichkeit und sicher nicht das mindeste zu tun. Denn St. Elmsfeuer, die Entladung einer starken Spannung zwischen Erde und Luft, konnte es nicht sein, das hätte sich viel eher an den Spitzen einer nahe dabei stehenden, 3 m hohen Birnpyramide, oder an einem fast haushohen Apfelbaum, der kaum 10 m entfernt ist, zeigen müssen. Und wenn die relativ hohe Spannung, die zu einer elektrischen Entladung erforderlich ist, gerade nur in der Mohnpflanze gebildet würde, diese also Organe entsprechend denen des Zitteraales enthalten müßte, so war von einer solchen Spannung nicht das leiseste Anzeichen zu bemerken: die Blütenblätter verhielten sich dem genäherten Finger gegenüber vollständig apathisch, sie wurden weder angezogen noch abgestoßen, auch spürte

ich beim Berühren nicht das mindeste von einem elektrischen Schlag. Ein empfindlicheres Elektroskop hatte ich freilich nicht zur Hand, aber daß die Erscheinung nichts mit einer elektrischen Entladung gemein hat, ging unzweifelhaft auch daraus hervor, daß beim aufmerksamen Fixieren der einzelnen Blüte durchaus nichts zu bemerken war, und doch konnte das Phänomen ganz nach Belieben hervorgerufen werden. Die Aufhellung zeigte sich jedesmal, wenn man auf dem Weg stehend, also etwa 2 m von der Pflanze entfernt, das Auge in 20—40 cm Höhe über den Blüten rasch horizontal wandern ließ, wie ich es ja zuerst den Kindern nachschauend getan hatte. Nach dieser Anweisung gelang es leicht auch die Kinder das Blitzen sehen zu lassen. Es ist also kein Zweifel, daß hier eine rein subjektive Erscheinung vorliegt, die nicht von einer wirklichen Lichtentwicklung aus den Blüten herrührt.

Die Helligkeit der Abendbeleuchtung war noch so groß, daß man ohne Anstrengung lesen konnte, das Rot der Blüten und das Grün des Hintergrundes, auf den sie sich projizierten, nach natürlich unsicherer Schätzung gleich hell. Mit zunehmender Dämmerung, als die Sterne hervortraten, hörte die Erscheinung auf.

Nach diesen Feststellungen wird man nicht im Zweifel sein, daß es sich hier um eine Nachbilderscheinung handelt, und zwar um den sog. Ghost, Satellit, oder das nachlaufende Bild (vgl. v. Kries, Gesichtsempfindungen, im Handbuch der Physiologie herausgegeben von W. Nagel, S. 223, 1905). Dieses auch sekundäres Bild genannte Nachbild erscheint hinter einem bewegten hellen Objekt (also auch bei Blickwechsel über ein ruhendes Objekt) und »bildet die eigenartigste und frappanteste Erscheinung« des ganzen Gebietes der Nachbildphänomene. Es kommt zustande durch die zeitlich später einsetzende Erregung der Stäbchen der Netzhaut, des Dunkel- oder Dämmerungssehapparates, und ist bei einem gewissen, mäßigen Grad der Dunkeladaptierung am auffallendsten, erscheint dagegen nicht bei Helladaptierung und fehlt demgemäß im Netzhautzentrum, dem Ort, wo der Hellapparat, die Zapfen allein vertreten sind. Diese wirken nur insoweit mit, als dieses Nachbild häufig komplementär zu dem Objekt gefärbt erscheint.

Hiermit steht in völliger Übereinstimmung, daß das Blitzen der Blüten noch niemals bei Tagesbeleuchtung (Helladaption) beobachtet worden ist, am häufigsten dagegen in den langen Abend-

dämmerungen des nordischen Sommers, speziell in Schweden. Ferner der mir damals unerklärliche Umstand, daß ich das Blitzen nur im indirekten Gesichtsfeld, wenn die Sehrichtung nach einer Linie oberhalb der Blüten, nicht über diese selbst, bewegt wurde, bemerken konnte. Auf Grund der Darstellung über die Nachbilder von v. Helmholtz hatte ich mir die Erklärung gebildet, daß die Erscheinung durch das positive Nachbild der roten Blüten zustande komme, nach der oben wiedergegebenen neueren Auffassung muß man dagegen das Blitzen als Nachbild des grünen Hintergrundes erklären. Denn die Helligkeit für das Dämmerungssehen (Stäbchen) ist für das Rot außerordentlich gering, während gerade das Maximum des Dämmerungswertes in das Grün fällt. Die roten Blüten bilden also für das die Erscheinung bedingende Dämmerungssehen dunkle Stellen, durch die das Nachbild sichtbar wird. Da dieses sekundäre Nachbild zeitlich etwa $^1/_5$ Sekunde hinter dem primären Bild einsetzt, und dieses durch die Erregung des farbentüchtigen Hellapparates (Zapfen) entsteht, so erscheint beim Blickwechsel die Aufhellung, das sekundäre Bild, seitlich von dem schon weiter fortgeschrittenen primären Bild der roten Blüte. Damit also das Blitzen sichtbar wird, muß die Winkelbreite, unter der der Beobachter die Blüte erblickt, und die Geschwindigkeit des Blickwechsels in einer bestimmten Beziehung stehen, die durch die Zeitdifferenz zwischen dem primären und sekundären Bilde bedingt ist. Es muß außerdem die Erscheinung auf ein Gebiet der Netzhaut fallen, wo sowohl farbentüchtige Zapfen als farbenblinde Stäbchen vorhanden sind. Bei diesen verwickelten Bedingungen findet man verständlich, daß das Blitzen nicht jedesmal an allen Blüten, sondern immer nur und scheinbar zufällig an einer oder wenigen Blüten auftritt. Auch ist nicht sonderbar, daß die Erscheinung überhaupt so selten beobachtet wird. Helligkeit und Farbe des Dämmerlichtes müssen geeignet sein, und außerdem sich das Auge in der richtigen »Stimmung«, d. h. dem erforderlichen Verhältnis zwischen Hell- und Dunkeladaptierung befinden. Dies scheint, wie schon erwähnt, am häufigsten in der Dämmerung in höheren Breiten zusammenzutreffen, seltener in unserer Breite, und soweit bekannt, nie in der kurzen Dämmerung an Orten näher am Äquator. In den beiden letzten Jahren ist es mir, teilweise freilich wegen ungünstiger Witterung, nicht gelungen, die Erscheinung wieder

aufzufinden, ebensowenig bei Versuchen mit Papierblumen im Herbst und Winter. Hierbei fehlte es allerdings vor allem an genügend ausgedehntem grünem Hintergrund.

Wie an roten wurde auch an verschiedenen gelben Blüten das Blitzen schon beobachtet, niemals aber an weißen, blauen oder violetten. In der Tat kommt schon im Spektrum des Gaslichtes dem Gelb wie dem Rot nur ein geringer Dämmerwert, Helligkeit für den Dunkelsehapparat, zu gegenüber dem Grün und Blaugrün, und im Spektrum des Dämmerungslichtes mag das Verhältnis noch ungünstiger für das Gelb sein. Es müssen also hiernach die gelben Blüten ganz ähnlich wie die roten Blüten wirken. Weiße oder blaue Blüten dagegen haben für den farbenblinden Dunkelsehapparat so nahe gleiche Helligkeit mit dem grünen Hintergrund, daß das sekundäre Bild ebensowenig dabei zur Erscheinung kommt, als wenn der grüne Hintergrund durch sie überhaupt nicht unterbrochen wäre. Dagegen sollten dunkelgefärbte Blüten, sowie mattschwarze Papierstücke von passender Größe, wenn sonst die Verhältnisse für das Dämmerlicht und die Stimmung des Auges günstig zusammentreffen, das Blitzen ebenfalls zeigen.

Wenn das Blitzen der Blüten eine subjektive Nachbilderscheinung ist, muß man erwarten, daß es sich auch an anderen passend gefärbten und beleuchteten Gegenständen zeigen wird. Schon Goethe hat sich an der unten zitierten Stelle dahin ausgesprochen, daß man die Erscheinung zum Versuch erheben könne, irgend welche Erfolge sind aber weder von ihm noch von anderen bekannt gemacht worden. Meine Bemühungen mit rotem und grünem Papier in Dämmerbeleuchtung sowie in mannigfach abgeänderter künstlicher Beleuchtung waren ebenfalls erfolglos. Neuerdings gelang mir dagegen die Nachahmung des Phänomens, indem ich statt des grünen blaues Papier (gewöhnliches glattes Buntpapier, etwa Kornblumenblau) benutzte. Es ist mir deshalb wahrscheinlich, daß auch bei dem natürlichen Phänomen das an den grünen Blättern reflektierte blaue Himmelslicht mitwirkt. Das erwähnte blaue Papier läßt das sekundäre Bild, den Ghost, das durch die Stäbchenerregung zustande kommt, leicht bemerken, wenn man einen Bogen desselben auf einem ausgedehnten schwarzen Hintergrund befestigt. Betrachtet man das blaue Papier im Dämmerlicht oder sonst abgeschwächter

Beleuchtung und schließt das Auge taktmäßig etwa jede Sekunde, so blitzt es jedesmal beim Öffnen, besonders deutlich aber beim Schließen weißlich auf. Ein kleineres rotes oder orangegelbes Papierstück auf dem blauen Bogen erscheint in dem momentanen sekundären Bild völlig dunkel. Auch beim raschen Blickwechsel von dem schwarzen Hintergrund nach dem blauen Bogen erscheint der Ghost als weißliche Aufhellung auf dem Rand des Bogens, der zuerst vom Blick getroffen wird, und zwar nur auf dem Rand, weil sich von da ab die Erregung im Auge nicht mehr ändert. Bei Blickwechsel in umgekehrter Richtung von Blau nach Schwarz sollte sich das nachlaufende Bild auf dem schwarzen Hintergrund zeigen, was ich aber unter den angegebenen Umständen nicht bemerken konnte. Nach diesen Beobachtungen hätte man anzunehmen, daß das Aufblitzen an den Blüten verursacht wird durch das Wandern des Blickes von der stäbchendunkelen Blüte auf den stäbchenhellen grünen Hintergrund. Die Erhellung wird dabei wahrscheinlich noch durch ein nachlaufendes Bild des der Blüte vorausgehenden Hintergrundes, indem es auf die gleiche Stelle fällt, verstärkt.

Sehr deutlich erscheint bei dem blauen Papier das Aufblitzen, wenn man ein Blatt von 15 cm Breite auf den ockerbraun lackierten Fußboden legt und aus 2 m Entfernung bei Dämmerlicht oder trüber Regentagsbeleuchtung betrachtet. Hat man sich so aufgestellt, daß Papier und Fußboden keinen Reflex zeigen, so bemerkt man bei jedem Blickwechsel oder Blinzeln das weißliche Aufblitzen. Man kann diese Anordnung als Umkehrung des natürlichen Phänomens bezeichnen. Mit dem gleichen Papier, auf das ein kleineres orangerotes Papierstück befestigt war, ließ sich aber auch das Blitzen wie bei den Mohnblüten in der Dämmerung eines ziemlich klaren Tages kurz nach Sonnenuntergang erzielen und die frühere Beobachtung in allen wesentlichen Punkten bestätigen. Auch hierbei erschienen für das Netzhautzentrum die beiden Farben schätzungsweise gleich hell. Ebenso wie früher fehlte jedoch das Blitzen im Netzhautzentrum und erschien am deutlichsten, wenn man den Blick etwa 30° über dem roten Papierfleck wandern ließ, bei noch größerem Neigungswinkel jedoch an Deutlichkeit wieder abnehmend. Die Aufhellung erschien jedesmal auf dem Blau an der Seite des gelbroten Flecks, die später vom Blick getroffen wurde.

Das Blitzen der Blüten läßt sich also künstlich nachahmen und so der sichere Nachweis führen, daß es nicht von einer elektrischen Entladung der Pflanze herrührt. Nur ist es mir bisher noch nicht gelungen, die passende Beleuchtung künstlich herzustellen; das Auge gelangt vermutlich bei Beleuchtung durch abgeschwächtes Tages- oder Bogenlicht in dem sonst dunkelen Raum nicht in die richtige Stimmung. Bei dem zuletzt erwähnten Versuch konnte ich am Licht des Westhimmels im Spektroskop nichts Auffälliges bemerken; am nächsten Tag bei anscheinend ähnlichem Sonnenuntergang, wo jedoch das Spektrum im Rot ein wenig ausgedehnter erschien, fehlte das Blitzen. Ferner war an einem sehr trüben Regentag das Blitzen deutlich, wenn auf eine größere Fläche des blauen Papiers ein 1 qdm großes Stück scharlachroten Papiers aufgelegt wurde, mit orangegelbem Papier dagegen kaum zu bemerken, ebensowenig mit einem Stück schwarzen Sammet. Man kommt durch die Versuchsergebnisse daher zu dem Schluß, daß die Stäbchenerregung das Phänomen zwar vorzugsweise aber nicht allein bedingt, auch die farbentüchtigen Zapfen sind dabei beteiligt, aber hier wie auf dem ganzen Gebiet der Nachbilderscheinungen sind zur völligen Klärung noch weitere physiologische Untersuchungen erforderlich.

Beobachtungen über das Blitzen von Blüten sind anscheinend in den letzten 50 Jahren nicht bekannt geworden, wenigstens finden sich in der interessanten Monographie »Leuchtende Pflanzen« von H. Molisch[1], deren letzter Abschnitt über die Lichterscheinungen bei Phanerogamen handelt, nur die wenigen schon 1858 von Th. M. Fries[2] zusammengestellten älteren Beobachtungen. Diese Zusammenstellung beginnt mit der bereits erwähnten Entdeckung der Erscheinung durch El. Chr. Linné an den Blüten von Tropaeolum majus im Jahre 1762, die von ihrem Vater, nachdem er sich selbst von der Tatsache überzeugt hatte, veranlaßt wurde, der schwedischen Akademie davon Mitteilung zu machen. Zu ihrem Bericht findet sich ein Zusatz vom Lektor Wilke, das Aufleuchten sei wohl der überall verbreiteten elektrischen Materie zuzuschreiben. Wilke hatte aber die Erscheinung selbst nicht gesehen, und im gleichen Fall befinden

[1] H. Molisch, Leuchtende Pflanzen, Jena 1904.

[2] Th. M. Fries, Botaniska Notiser 1858, übers. in Flora 1859, S. 161.

sich bis in die neueste Zeit alle, die das Blitzen auf eine elektrische Entladung zurückführen. Ebenfalls in den Verhandlungen der schwedischen Akademie machte Lektor L. Chr. Haggren 1788 seine 5jährigen Beobachtungen bekannt, die ihm auch an anderen feuerfarbigen Blüten, Ringelblume (calendula officinalis), Feuerlilie (lilium bulbiferum), Sammetblume (tagetes patula u. erecta), gelungen waren.

Eine vortreffliche Darstellung seiner Beobachtung, die mir leider auch erst hinterher bekannt geworden ist, gibt Goethe[1], auch für sie gilt das bekannte Urteil von Helmholtz[2]: »Die Versuche, die Goethe in seiner Farbenlehre angibt, sind genau beobachtet und lebhaft beschrieben, über ihre Richtigkeit ist kein Zweifel.« Goethes Bericht lautet: Am 19 Juni 1799, als ich zu später Abendzeit bei der in eine klare Nacht übergehenden Dämmerung mit einem Freunde im Garten auf- und abging, bemerkten wir sehr deutlich an den Blumen des orientalischen Mohns, die vor allen andern eine sehr mächtig rote Farbe haben, etwas Flammenähnliches, das sich in ihrer Nähe zeigte. Wir stellten uns vor die Stauden hin, sahen aufmerksam darauf, konnten aber nichts weiter bemerken, bis uns endlich bei abermaligen Hin- und Wiedergehen gelang, indem wir seitwärts darauf blickten, die Erscheinung so oft zu wiederholen, als uns beliebte. Es zeigte sich, daß es ein physiologisches Farbenphänomen, und der scheinbare Blitz eigentlich das Scheinbild der Blume in der geforderten blaugrünen Farbe sei. Goethe ist so der erste, der mit voller Bestimmtheit die Erscheinung als Nachbild erklärt. Die Farbe des Nachbildes wird als blaugrün bezeichnet, während mir wie allen anderen Beobachtern die Aufhellung als weißlich, d. h. farblos erschienen war. Es könnte sein, daß Goethe von der Vorstellung der sog. negativen, komplementär gefärbten Nachbilder, »in der geforderten Farbe« beherrscht, sich in der Farbenbezeichnung geirrt hat, seine Auffassung ist in der Hauptsache richtig, wenn sie auch im einzelnen entsprechend den neueren Untersuchungen über die Nachbilder abgeändert werden muß.

Von wichtigeren Nachrichten über das Phänomen sei nur noch die von Th. M. Fries[3] selbst gegebene erwähnt. Er fand

[1] Goethe, Entw. einer Farbenlehre, I. Abt. Physiolog. Farben, V. Farb. Bilder, 54.—

[2] H. v. Helmholtz, Physiol. Optik II. Aufl., S. 307.

[3] l. c., S. 185.

die Erscheinung am 18. Juni 1858 im botanischen Garten zu Upsala alsbald nach Sonnenuntergang zwischen $^1/_4$ 10—$^1/_4$ 11 Uhr abends[1] an den Blüten von Papaver orientale, schwächer auch bei Lilium bulbiferum und verfolgte sie während 1 $^1/_2$ Wochen. Er beschreibt sie als momentan aufleuchtenden Schimmer von blasser, fast weißer Farbe. Während der ganzen Zeit, in der sie vom Dozenten Lindblad auch an einem Regenabend bemerkt wurde, konnte Fries sie im ganzen ungefähr 150 Personen zeigen. Trotz dieser günstigen Beobachtungsverhältnisse gelangte Fries nicht zu einer abschließenden Erklärung, die Entscheidung komme nicht den Botanikern, sondern den Physikern zu.

Molisch in Prag[2] hat sich 8 Jahre hindurch vergeblich bemüht, die Erscheinung aufzufinden. Ich vermute den Grund seines Mißerfolges entweder darin, daß er ähnlich wie ich früher die einzelne Blüte dauernd und aus zu großer Nähe aufmerksam fixiert hat, während das Blitzen nur bei Blickwechsel und außerhalb der Stelle des deutlichsten Sehens bemerkbar ist. Oder es ist ihm die Erscheinung entgangen, weil er nach seinem Bericht ganze Beete roter oder rotgelber Blumen angepflanzt und sich dadurch ungünstige Verhältnisse geschaffen hatte. Denn bei so ausgedehnten Objekten kann das Nachbild gar nicht oder nur schwach hervortreten. Obwohl er also die Erscheinung selbst nicht gesehen hat, neigt er zu der Ansicht, daß sie elektrischen Ursprungs, dem St. Elmsfeuer vergleichbar, sei.

Ähnlich urteilt Pfeffer[3]: »Die älteren Angaben über Lichtentwicklung, insbesondere über blitzartiges Leuchten von Blättern, Blüten und anderen Pflanzenteilen beruhen wohl zumeist auf Täuschungen. Doch mögen gelegentlich reale Lichterscheinungen beobachtet sein, da u. a. die als Elmsfeuer bekannten elektrischen Ausstrahlungen auch einmal an Pflanzen zustande kommen könnten.«

In gleicher Weise äußert sich R. H. Francé[4], der sogar behauptet, die Erscheinung sei endgültig erklärt durch Versuche von Prof. Frhr. von Tubeuf. Diese Versuche bestehen aber

---

[1] einmal auch morgens $^1/_2$ 3 Uhr.

[2] l. c., S. 158.

[3] Pfeffer, Pflanzenphysiologie, II. Aufl., Bd. II, S. 853, 1904.

[4] Umschau (H. Bechholds Verlag, Frankfurt), 1905.

nur in der Elektrisierung von Versuchspflanzen verschiedener Koniferenarten bis zur Glimm- oder Büschelentladung, also zum künstlichen St. Elmsfeuer. Ein ähnlicher Versuch an Tropaeolum majus wurde bereits von Molisch angestellt, und man kann sich die dabei eintretende Erscheinung leicht vorstellen. Sie hat mit der uns hier beschäftigenden weder im Aussehen noch im Wesen das geringste zu tun.

Wenn weiter W. Bölsche[1] meint, das von ihm an einem gewitterschwülen Nachmittag bemerkte Wallen und Huschen der Farbe von roten Pelargonienblüten sei ebenso wie das Blitzen der Blüten, das ihm aber so wenig wie den genannten Autoren aus eigener Anschauung bekannt ist, durch elektrische Entladungen verursacht, so befindet er sich im Irrtum. Es ist dies vielmehr eine Ermüdungserscheinung, die bei längerem Fixieren eintritt und sich auch leicht beim Betrachten tiefrot gefärbter Papierstücke vor grünem oder grauem Hintergrund ergibt. Derselben Art dürfte das von Ballenstedt[2] beschriebene »sehr deutlich wahrnehmbare, auf- und abwallende, sekundenlang ganz erlöschende Leuchten sein«, das er an den Blüten der »brennenden Liebe« (lychnis chalcedonica) bemerkt hat. Das schwankende Wallen der leuchtenden Farbe hat seinen Grund in geringen, unbemerkten Blickschwankungen, wodurch das Bild bald auf frische, bald auf schon länger erregte Netzhautstellen fällt, und so die Empfindung in ihrer Stärke wechselt.

Von andersartigen Lichterscheinungen an Blüten enthält die Zusammenstellung von Fries noch manches Merkwürdige. Hier sei nur noch eine Beobachtung an weißen Blüten erwähnt, weil sie mit dem Blitzen rotgelber Blüten öfters zusammengebracht wird im Widerspruch zu dem oben S. 105 Gesagten. Hagen[3] sah beim Besteigen eines Berges in der Schweiz unter dem dicksten Nebel alle Blüten der dort wachsenden Kamille (matricaria inodora) einen blendend weißen, phosphoreszierenden Schein verbreiten und überzeugte sich von dem Phänomen so deutlich, daß alle Zweifel darüber schwinden mußten. Nach dieser kurzen Notiz möchte ich glauben, daß es sich dabei um eine Erscheinung

---

[1] Über Land und Meer, 1905.

[2] Naturwissenschaftl. Wochenschrift, Jena 1903, S. 487, cit. bei Molisch, S. 157.

[3] Quelle bei Fries nicht angegeben.

handelt, für die bereits v. Helmholtz eine Erklärung gegeben hat. Jedem, der bei Nebel im Gebirg gewandert ist, wird aufgefallen sein, wie stark nahe Schneeflecke gegen die dunklen Felsen hervorleuchten. Ganz ähnlich bemerkt Helmholtz[1], daß in der Nacht helle Gegenstände verhältnismäßig viel heller erscheinen als bei Tage, so daß man sich zuweilen der Voraussetzung nicht erwehren kann, sie seien selbstleuchtend. Der Erklärung wird das Fechnersche Gesetz zugrund gelegt. Nach den neueren Untersuchungen wird vor allem auch die Steigerung der Empfindlichkeit bei Dunkeladaptierung in Betracht gezogen werden müssen. Jedenfalls wird man für die Beobachtung von Hagen eine solche physiologische Begründung vor der Annahme einer wirklichen Lichtentwicklung bevorzugen.

[1] Physiolog. Optik, II. Aufl., S. 394.

Inhaltsverzeichnis

zu den Bänden 14—20 der Verhandlungen

des

Naturwissenschaftlichen Vereins

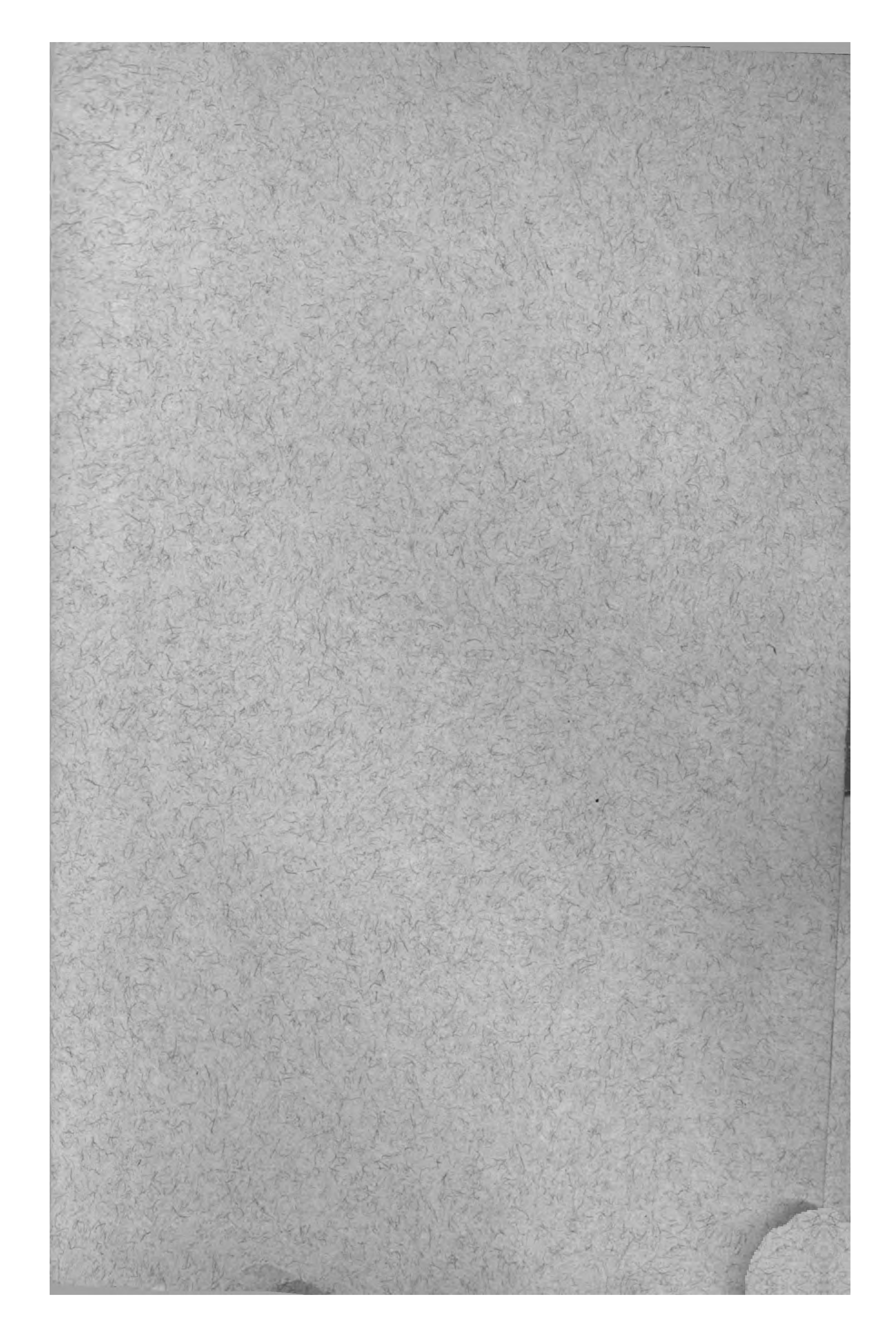
in Karlsruhe.

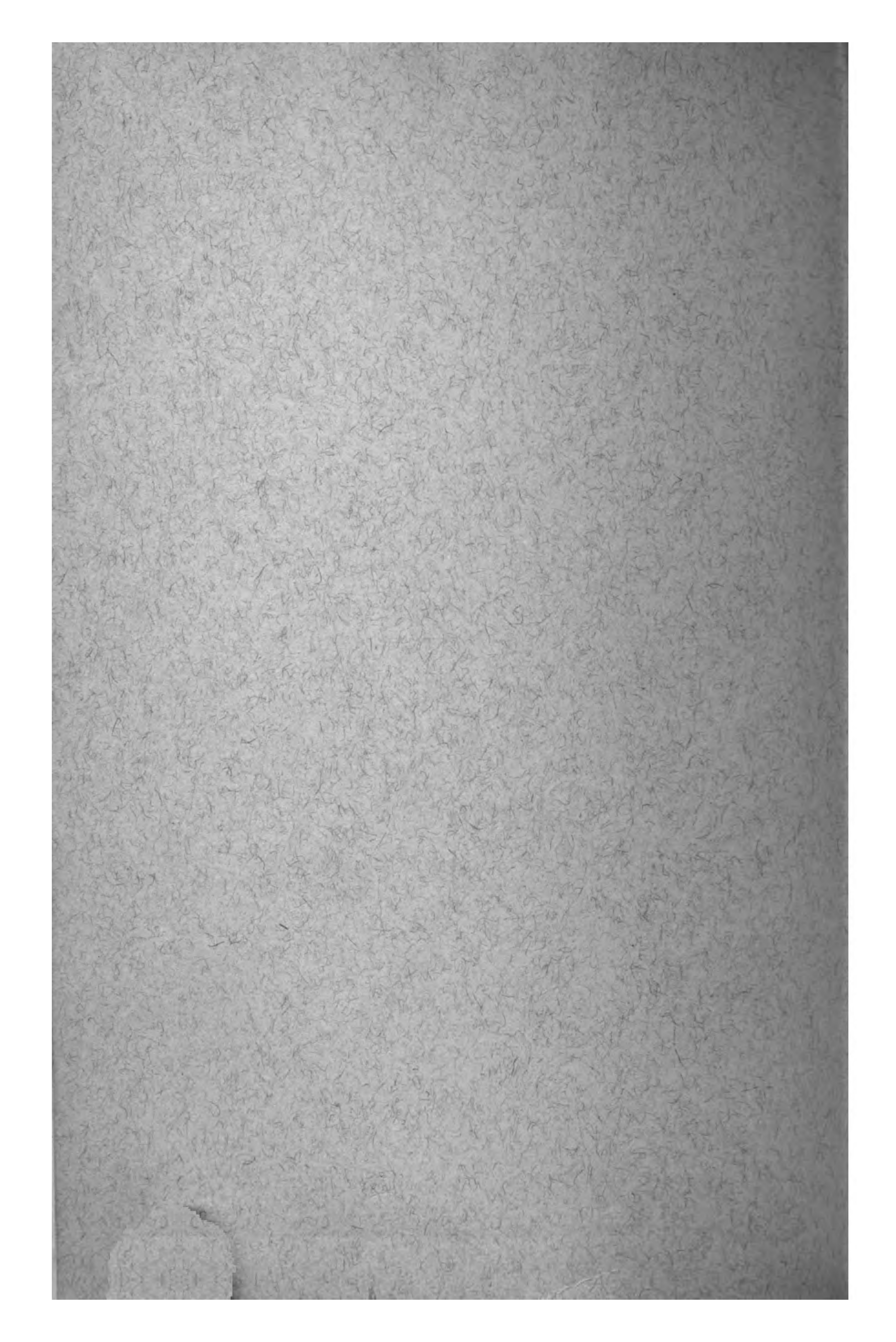
Inhaltsverzeichnis.

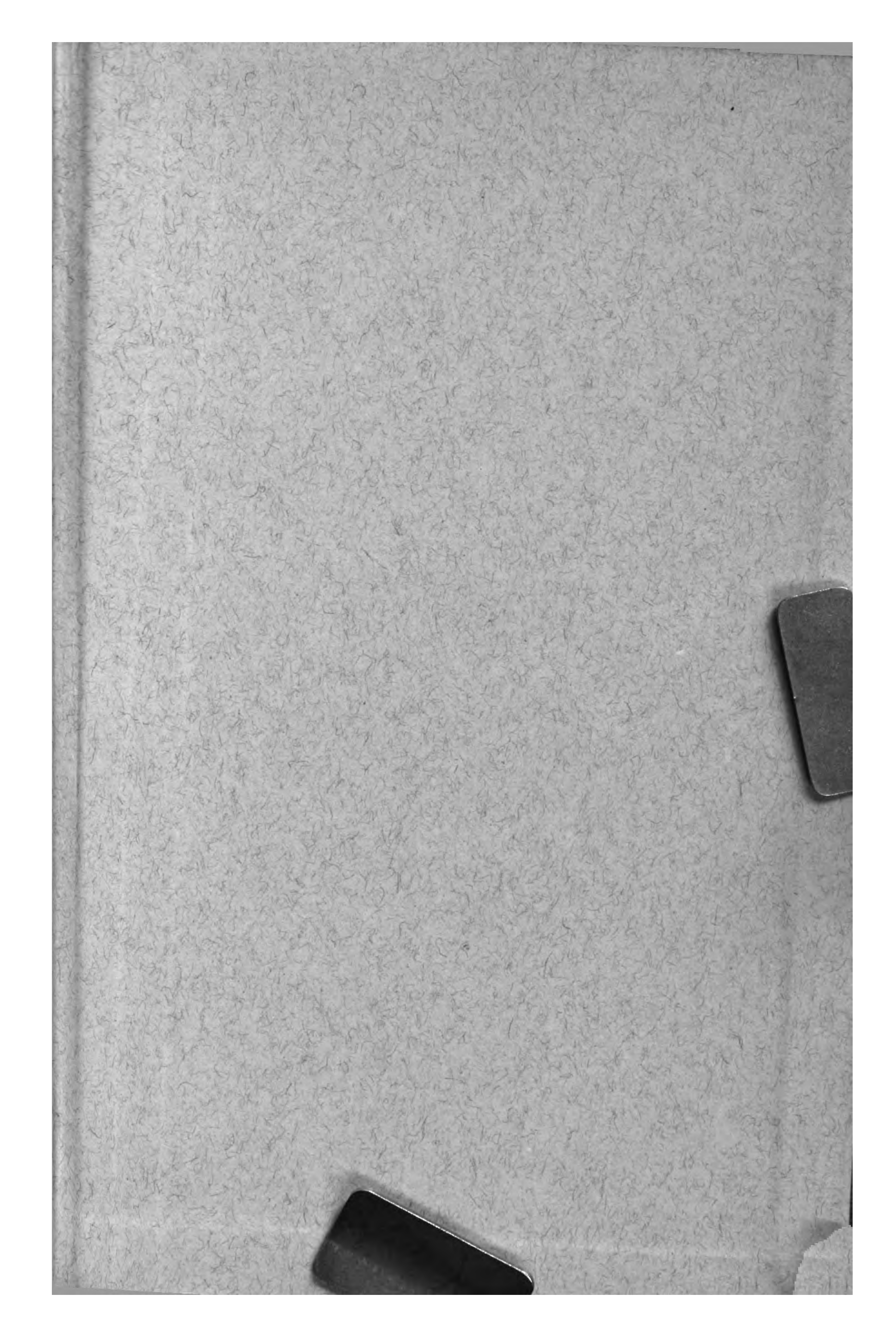
Die größeren Ziffern bezeichnen den Band, die kleineren die Seitenzahl.

A. Vorträge und Mitteilungen.

B. Abhandlungen.








The Ohio State University
3 2435 06543801 2
THE OHIO STATE UNIVERSITY BOOK DEPOSITORY
D AISLE SECT SHLF SIDE POS ITEM C
8 07 15 18 8 01 006 6